

**Katedra:** Geografie  
**Studijní program:** Specializace v pedagogice  
**Studijní obor (kombinace):** Anglický jazyk se zaměřením na vzdělávání,  
Geografie se zaměřením na vzdělávání

POVODNĚ NA HORNÍ JIZEŘE  
(PO ŽELEZNÝ BROD)  
FLOODS IN THE UPPER JIZERA-RIVER  
CATCHMENT

**Bakalářská práce:** *11-FP-KGE-004*

**Autor:**  
JAN KYŠKA

**Podpis:**

---

**Adresa:**  
Vaněčkova 408  
468 22, Železný Brod

**Vedoucí práce:** doc. RNDr. Alois Hynek, CSc.

**Konzultant:** doc. RNDr. Alois Hynek, CSc.

**Počet**

stran	grafů	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
79	6	15	19	29	0

V Liberci dne: 26. 4. 2011

## Čestné prohlášení

**Název práce:** Povodně na horní Jizeře (po Železný Brod)

**Jméno a příjmení autora:** Jan Kyška

**Osobní číslo:** P09001152

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo.

Prohlašuji, že má bakalářská práce je ve smyslu autorského zákona výhradně mým autorským dílem.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval/a samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Prohlašuji, že jsem do informačního systému STAG vložil/a elektronickou verzi mé bakalářské práce, která je identická s tištěnou verzí předkládanou k obhajobě a uvedl/a jsem všechny systémem požadované informace pravdivě.

V Liberci dne: 26. 4. 2011

---

Jan Kyška

## **Anotace**

Bakalářská práce se věnuje povodňové charakteristice horního povodí Jizery. V úvodních kapitolách jsou řešeny především fyzickogeografické podmínky oblasti. Podstatnou částí jsou zde srážkové a odtokové poměry, analyzované na základě dat získaných od Českého hydrometeorologického ústavu. Stěžejní kapitolu tvoří samotná analýza významných povodňových stavů v povodí a jejich srovnání. Závěrečná část se věnuje protipovodňovým opatřením. Cílem práce je vytvoření uceleného popisu povodí horní Jizery a nalezení souvislostí mezi přírodními podmínkami a povodňovými situacemi.

## **Klíčová slova**

horní Jizera – povodí – povodně – povodňová ochrana – průtok – srážky

## **Annotation**

The thesis deals with flood characteristics of the Jizera river catchment. The opening sections are devoted to physicogeographical conditions in the area. The essential part of it constitutes the rate of precipitation and run-off analysed on the Czech Hydrometeorological Institute's data bases. The fundamental chapter is based on analysis of the important flood stages in the catchment and their comparison. The final part considers flood protection adjustments. The goal of this thesis is to create the full description of the Jizera river catchment and to find connections between natural conditions and floods.

## **Key words**

The upper Jizera river – catchment – floods – flood protection – flow – precipitation

## Obsah

1.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	9
2.	ZÁKLADNÍ POJMY .....	10
3.	VYMEZENÍ ÚZEMÍ .....	12
4.	FYZICKOGEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA .....	14
4.1.	Geomorfologické a geologické poměry .....	14
4.1.1.	Jizerské hory.....	15
4.1.2.	Krkonoše .....	16
4.1.3.	Krkonošské podhůří.....	16
4.1.4.	Ještědsko-kozákovský hřbet .....	16
4.1.5.	Svahová expozice a sklonitost svahů .....	19
4.2.	Klimatické poměry .....	20
5.	VYUŽITÍ ZEMĚ.....	22
5.1.	Zastoupení ploch.....	22
5.1.1.	Postup.....	23
5.1.2.	Interpretace výsledků .....	23
5.2.	Vodohospodářský význam lesů .....	25
5.3.	Vodohospodářský význam rašelinišť .....	26
6.	ŘÍČNÍ SÍŤ .....	28
6.1.	Vodní toky .....	29
6.2.	Úpravy vodních toků.....	32
6.2.1.	Josefův Důl.....	32
6.2.2.	Souš.....	33

7.	CHOD SRÁŽEK A ODTOKU .....	35
7.1.	Srážky.....	35
7.1.1.	Charakteristika srážek v povodí .....	35
7.1.2.	Srovnání jednodenních a vícedenních extrémních srážkových úhrnů ČR se zaměřením na povodí horní Jizery .....	39
7.2.	Odtok.....	42
7.2.1.	Charakteristika průtoků v povodí .....	42
7.2.2.	Srovnání chodu srážek a odtoku.....	45
8.	ANALÝZA POVODNÍ.....	47
8.1.	Povodně před rokem 2000.....	49
8.1.1.	1. - 2. srpen 1858 .....	49
8.1.2.	29. července 1897 .....	49
8.1.3.	3. - 5. července 1958.....	50
8.1.4.	9. srpna 1978 .....	50
8.1.5.	Katastrofa na Bílé Desné 18. září 1916 .....	51
8.2.	Povodeň v březnu 2000.....	53
8.2.1.	Úvod.....	53
8.2.2.	Meteorologická situace .....	53
8.2.3.	Hydrologická situace .....	54
8.2.4.	Povodňové záchranné a zabezpečovací práce .....	56
8.3.	Povodeň v srpnu 2002.....	59
8.3.1.	Úvod.....	59
8.3.2.	Meteorologická situace .....	59
8.3.3.	Hydrologická situace .....	60
8.3.4.	Povodňové záchranné a zabezpečovací práce .....	62

8.4.	Povodeň v srpnu 2006.....	63
8.4.1.	Úvod.....	63
8.4.2.	Meteorologická situace .....	63
8.4.3.	Hydrologická situace .....	64
8.4.4.	Povodňové záchranné a zabezpečovací práce .....	65
8.5.	Shrnutí povodní .....	67
9.	PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ .....	68
9.1.	Ochrana území před povodněmi.....	68
9.2.	Cíle ochrany .....	68
9.2.1.	Prevence před povodněmi.....	69
9.2.2.	Cíle pro zlepšování stavu vodního režimu krajiny .....	70
9.3.	Opatření na ochranu území před extrémními vodními stavy .....	71
9.3.1.	Kapacity koryt vodních toků .....	71
9.3.2.	Záplavová území.....	72
9.4.	Preventivní opatření.....	72
9.5.	Technická opatření.....	73
9.5.1.	Pevné konstrukce a mobilní hrazení .....	74
9.5.2.	Hrazení bystřin .....	74
9.6.	Ohrožené oblasti .....	74
10.	ZÁVĚR.....	76
11.	SEZNAM LITERATURY A ZDROJŮ .....	77

# 1. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

%	procento	m n. m.	metr nad mořem
°C	stupeň celsia	m <sup>3</sup>	metr krychlový
aj.	a jiné	m <sup>3</sup> /s	metr krychlový za sekundu
a.s.	akciová společnost	mil.	milion
atd.	a tak dále	MŽP	Ministerstvo životního prostředí
cca	cirka	např.	například
cm	centimetr	NPR	Národní přírodní rezervace
ČR	Česká republika	OkÚ	okresní úřad
ha	hektar	ORP	obec s rozšířenou působností
CHKO	Chráněná krajinná oblast	PLA	Povodí Labe
Kč	koruna česká	Q	průtok
km	kilometr	Sb.	sbírka
km <sup>2</sup>	kilometr čtvereční	tj.	to je
KPÚ	komplexní pozemkové úpravy	tzn.	to znamená
MZe	Ministerstvo zemědělství	ÚSES	územní systém ekologické stability
m	metr	VD	vodní dílo
mm	milimetr		

## 2. ZÁKLADNÍ POJMY

Zákon o vodách, Sb.254/2001 ze dne ze dne 21. června 2001 říká, že **povrchovými vodami** jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních, a že **vodním útvarem** je vymezitelné významné soustředění povrchových nebo podzemních vod v určitém prostředí charakterizované společnou formou jejich výskytu nebo společnými vlastnostmi vod a znaky hydrologického režimu.

**Vodní tok** je vodní útvar s trvalo anebo dočasně tekoucí vodou v přirozeném nebo umělém korytě (STN 75 0110 Vodné hospodárstvo, Hydrológia, Terminológia).

Lehotský M., Grešková A. (2004) definují **nívu** jako přirozenou, mírně jednostranně nakloněnou, podélně i příčně diferencovanou akumulární rovinu podél vodního toku s nekonsolidovanými sedimenty transportovanými a specificky usazenými vodním tokem, zpravidla zaplavovanou v čase povodní.

**Povodí** definuje vodní zákon jako území, ze kterého veškerý povrchový odtok odtéká sítí vodních toků k určitému místu vodního toku (obvykle soutok s jiným vodním tokem nebo vyústění vodního toku do jiného vodního útvaru). Povodí je ohraničeno rozvodnicí, kterou je myšlená hranice geomorfologického rozhraní mezi sousedními povodími. Plocha povodí zahrnuje také plochy povrchových vodních útvarů v povodí.

**Povodní** se ve smyslu technické názvoslovné normy rozumí dle Českého hydrometeorologického ústavu (dále vždy jen ČHMÚ) „přechodné výrazné zvýšení hladiny toku, způsobené náhlým zvětšením průtoku anebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta (např. ledovou zácpou)“.

Vodní zákon potom definuje povodeň jako přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod. Povodeň může být způsobena přírodními jevy, zejména táním, dešťovými srážkami nebo chodem ledů (přirozená povodeň), nebo jinými vlivy, zejména poruchou



vodního díla, která může vést až k jeho havárii (protržení) nebo nouzovým řešením kritické situace na vodním díle (zvláštní povodeň).

Důležitými měrnými jednotkami odtoku jsou průtok a odtok. **Průtok** definujeme jako množství vody, které proteče za jednu vteřinu příčným průřezem koryta řeky. Vyjadřuje se měrnou jednotkou  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a jeho hodnota se vztahuje vždy na jedno místo na řece v určité době. Celkové množství vody, které odeče korytem řeky za vymezený časový úsek, se označuje jako **objem odtoku**. Vyjadřuje se v  $\text{km}^3$  nebo  $\text{m}^3$  za rok, měsíc, den apod. Charakteristické změny stavu vodních toků se označují **hydrologickým režimem** (Netopil, 1984).

Povodňová charakteristika území ČR podle ČHMÚ udává, že velikost povodně se obvykle hodnotí podle velikosti jejího **kulminačního průtoku** ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), ve srovnání s N letými maximálními průtoky platnými pro daný tok v určitém úseku. **N-letý průtok** je kulminační průtok, který je dosažen nebo překročen průměrně jednou za N let. Reciproční hodnota N-letosti udává pravděpodobnost výskytu daného nebo většího průtoku v běžném roce. Tedy 100-letá povodeň je jev, který se v dlouhodobém průměru vyskytne jednou za 100 let, prakticky se však může na stejné řece opakovat hned druhý rok. V menší míře se používá hodnocení velikosti povodně podle objemu povodňové vlny.

Pro vznik povodní jsou v naprosté většině případů rozhodující hydrologické příčinné jevy na našem území. Přirozené povodně vyskytující se v našich podmínkách lze rozdělit do těchto hlavních typů:

**Zimní a jarní povodně** způsobené táním sněhové pokrývky v kombinaci s deštěm. Tyto povodně se vyskytují nejvíce na podhorských tocích a dále i v nížinných úsecích velkých toků (příklad: březen 2000- Jizera).

**Letní povodně** způsobené dlouhotrvajícími dešti. Vyskytují se obvykle na všech tocích v zasaženém území, s výraznými důsledky na středních a větších tocích (příklad: srpen 2002- povodí Labe).

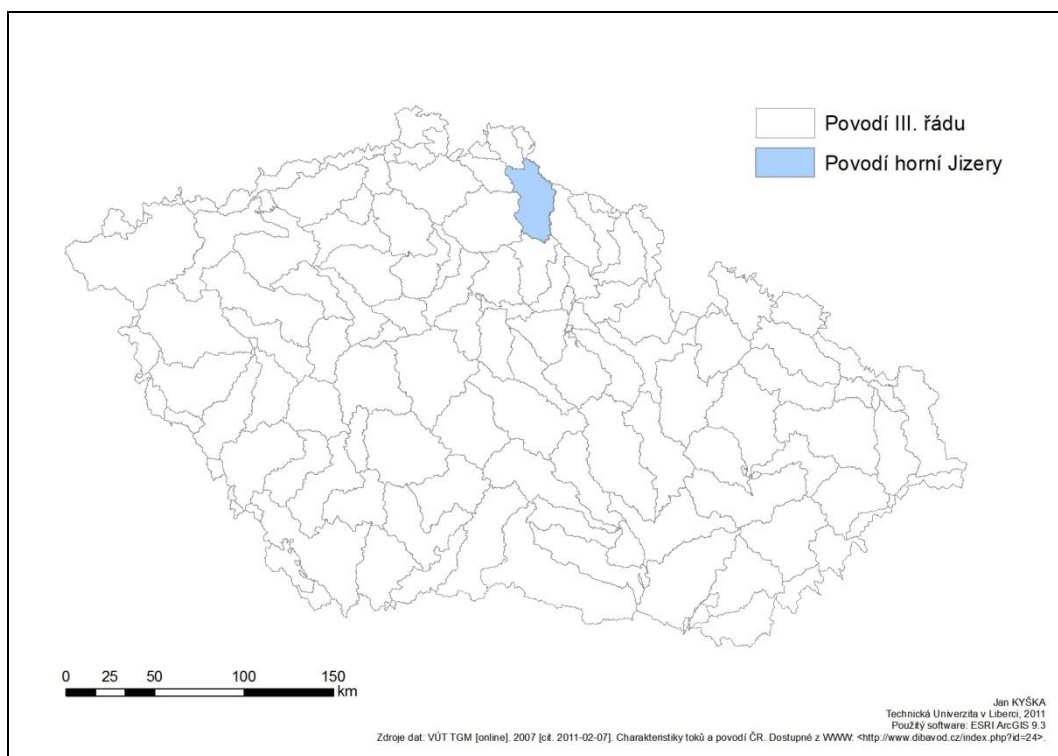
**Letní povodně** způsobené krátkodobými srážkami o velké intensitě (často přes 100 mm za několik málo hodin) zasahujícími poměrně malá území. Mohou se vyskytovat kdekoli na malých tocích.

**Zimní povodňové situace** způsobené ledovými jevy na tocích i při relativně menších průtocích. Vyskytují se v úsecích toků náchylných ke vzniku ledových ledových zácp.

### 3. VYMEZENÍ ÚZEMÍ

Na začátku je důležité vhodně vymezit oblast, která bude předmětem zkoumání. V této práci jí bude oblast povodí třetího řádu, které zaujímá horní tok Jizery s jeho všemi postranními přítoky. Území odpovídá dělení dle Digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD) spravovaným Oddělením geografických informačních systémů a kartografie VÚV T.G.M.,v.v.i. (viz Obr. 1.), a i když město Železný Brod jakožto zvolený hraniční bod neleží přímo v tomto vymezeném úseku, ale těsně za jeho hranicí, bude v práci uvažováno. V zásadě je totiž vodní stav a průtok v Železném Brodě výsledkem jevů na zkoumané ploše území. Jen potok Žernovník, který se do Jizery vlévá v Železném Brodě, je již mimo území.

*Obr. 1. Dělení České republiky na dílčí povodí s vymezením zkoumané oblasti*



Celkově jde o plochu o velikosti 782,96 km<sup>2</sup>, přibližně 1/3 celého povodí řeky Jizery, z hlediska vodohospodářského spravovanou státním podnikem Povodí Labe. Z celkové kilometráže toku Jizery, který se rovná 167,04 km, náleží hornímu toku po Železný Brod

přibližně 71 km. K těmto výměrám byl použit software ESRI ArcGis 9.3 a internetová verze programu GYSy PoNET, poskytovaná Povodím Labe (<http://www.pla.cz/gis/>).

V rámci České republiky se kromě samotného pramene Jizery, který je na polské straně Jizerských hor, zájmová oblast nachází na území České republiky, v její severní až severovýchodní části. Celé území se od hranic s Polskem táhne horskými oblastmi Jizerských hor a Krkonoš směrem k jihu a jihovýchodu do podhůří, kde ho ohraničuje Kozákovský hřbet.

Administrativně můžeme území zařadit k Libereckému kraji, protože naprostá většina jeho rozlohy připadá právě jemu. Jen malou částí zasahuje povodí Olešky do kraje Královéhradeckého. ORP zasahující do povodí jsou: Jablonec n. Nisou, Tanvald, Železný Brod, Turnov, Semily, Lomnice nad Popelkou, Jilemnice, Frýdlant a mimo Liberecký kraj Nová Paka.

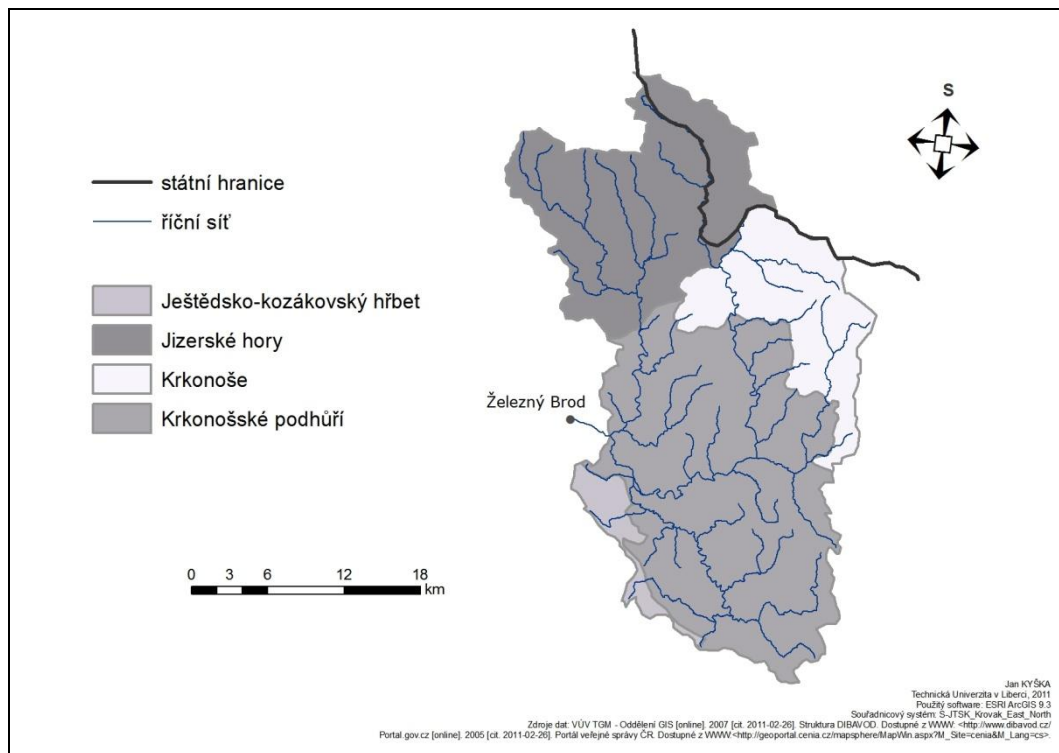
## 4. FYZICKOGEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA

Fyzickogeografické poměry povodí mají rozhodující vliv na velikost odtoku, plošné a časové rozložení odtoku a na vývoj mnoha hydrologických jevů spojených s odtokem (Netopil, 1984).

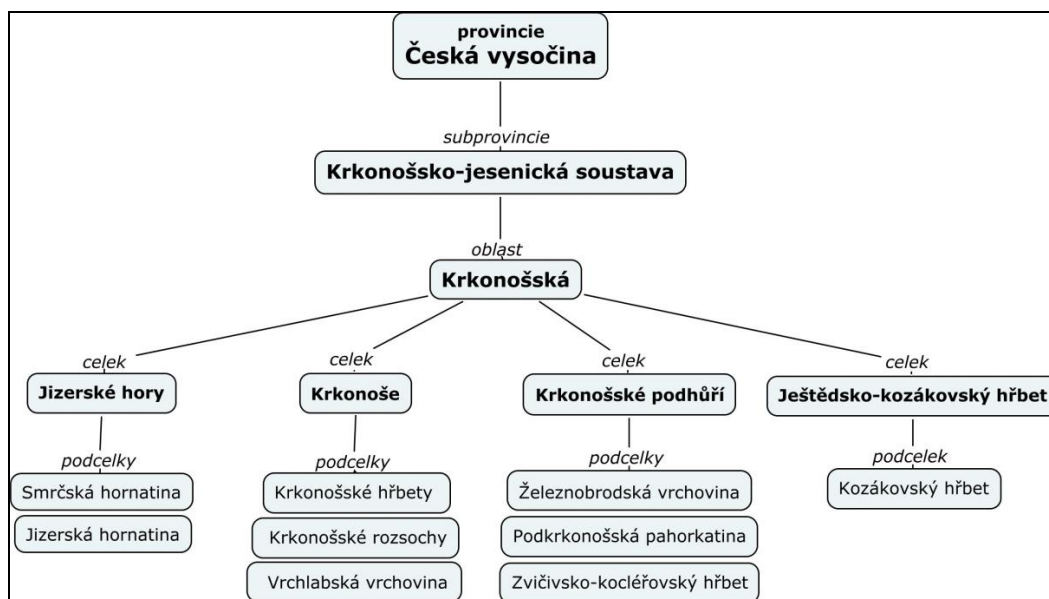
### 4.1. Geomorfologické a geologické poměry

Protože právě geomorfologie má jeden z rozhodujících vlivů na hydrologické poměry každého území, je třeba alespoň stručně charakterizovat jednotlivé geomorfologické jednotky, které do území zasahují. V rámci toho považujeme za nejvhodnější kategorii celky, proto jim bude věnováno nejvíce prostoru. Do území zasahují celkem čtyři (Jizerské hory, Krkonoše, Krkonošské podhůří, Ještědsko-kozákovský hřbet). Dělení těchto celků až do úrovně podcelků, tedy nejmenších geomorfologických jednotek, které zasahují alespoň částečně do povodí, je znázorněno na Obr. 3. V textu jsou zahrnuty také geologické poměry území. Charakteristiku poskytuje Demek, J. (1987).

*Obr. 2. Geomorfologické jednotky na úrovni celků v rámci povodí*



Obr. 3. Schéma vytvořené programem CmapTools 5.04 na základě Demka, J. (1987) poskytující kompletní dělení zasahujících jednotek od největší po nejmenší



#### 4.1.1. Jizerské hory

Plocha území hor je celkem 421,79 km<sup>2</sup>, střední výška 695,8 m, střední sklon 8°55'. Jádro tvoří granitoidy krkonošsko-jizerského plutonu, na okrajích jsou horniny krystalinika a kontaktního pláště. Hornatina je omezená zejména na severu výrazným zlomovým svahem vůči Frýdlantské pahorkatině, plochý povrch s plošinami holoroviny, se suky a mělkými sníženinami s rašeliništi se sklání od severu k jihu, okraje jsou rozřezány hlubokými údolními toků. Vyskytují se četné tvary zvětrávání a odnosu žul- exfoliační klenby, izolované skály a skalní hradby nebo mísy, tvary kryogenní modelace. V úvalovitých údolích (jizerská louka) jsou naleziště nerostů. Nejvyšším bodem je Smrk (1124,1 m) v jizerském hřbetu. Jsou zde téměř souvislé porosty druhotných smrčín a lesy jsou značně poškozené exhalacemi (holiny, polomy).

Geologický podklad Jizerských hor je tvořen nepropustnou žulou, která není schopna zadržet skoro žádné množství vody. Půdní horizonty jsou tu vesměs velmi mělké a zvláště na strmějších svazích v severní části hor tvoří většinou jen výplň mezi balvanitou sutí. Retenční schopnost těchto půd je tedy také velmi malá. To se projevuje i na pramenech, vyvěrajících v nerašelinných částech, které jsou bezprostředně závislé na počasí a u nichž i kratší období sucha způsobuje značné poklesy vydatnosti (Lhotský, 1963).

#### **4.1.2. Krkonoše**

Tato členitá hornatina na celkové ploše 459,61 km<sup>2</sup>, o střední výšce 901,0 m a středním sklonu 13°23' je složená z intenzivně zvrásněných proterozoických a prvohorních krystalických břidlic krkonošského krystalinika, které tvoří rozsáhlou klenbu, do jejíhož středu pronikly žuly krkonošsko-jizerského plutonu. Krkonoše jsou kerná hornatina se zbytky holoroviny a starých mělkých údolních depresí ve vrcholové části, na severovýchodě omezená strmým zlomovým svahem, zatímco jihozápadní svahy jsou rozčleněny hlubokými údolími svahových toků, z nichž některá byla přemodelována údolními ledovci. Četné jsou tvary periglaciální a glaciální modelace (kryoplanační terasy, nivelační sníženiny, izolované skály, strukturní půdy aj.). Nejvyšší bod je Sněžka (1602,5 m) ve Slezském hřbetu.

#### **4.1.3. Krkonošské podhůří**

Celek je členitá až plochá vrchovina a členitá pahorkatina v rozlehlé podhorské sníženině mezi Krkonošemi, Jizerskými horami a Ještědsko-kozákovským hřbetem. Celková plocha je 1229,21 km<sup>2</sup> střední výška 463,2 m a střední sklon 5° 47'. Je budováno slabě přeměněnými staropaleozoickými, méně proterozoickými horninami železnobrodského a krkonošského krystalinika, z velké části (ve střední části a na východě) zakrytými sedimentárními a vulkanickými horninami podkrkonošské permokarbonské pánve, na jihovýchodě krytými svrchnokřídovými sedimentárními horninami. Vyznačuje se pestrým strukturně denudačním povrchem plochých rozvodních hřbetů s relikty zarovnaných povrchů, rozsáhlých suků, strukturních hřbetů a hustou soustavou středně až hluboce zaříznutých údolí konsekventního a subsekventního typu v povodí Jizery. Na melafyrech a pískovcích jsou četné kryogenní tvary (mrazové sruby, balvanové haldy, proudy aj.), na jílovcích formy recentních svahových procesů (sesuvy, erozní rýhy). Nejvyšším bodem je Hejlov (834,9 m) ve Vysocké hornatině.

#### **4.1.4. Ještědsko-kozákovský hřbet**

Hřbet je výrazný hrást'ovitý a antiklinální hřbet s reliéfem převážně ploché hornatiny o celkové rozloze 200 km<sup>2</sup>, střední výšce 518,5 m, středním sklonu 10°34', budovaný horninami slabě přeměněného staropaleozoického krystalinika, permskými sedimenty a vulkanity a svrchnokřídovými sedimentárními horninami, tektonicky vysunutými na jihozápadní svah. Jde o úzký hřbet, dlouhý 58 km, který byl vyzdvižen diferencovanými

saxonskými pohyby při lužické poruše, probíhající při jihozápadním upatí a zlomech na severovýchodním svahu. Na hřbetu jsou rozsáhlé dílčí strukturně tektonické elevace se skalními tvary modelovanými kryogenními procesy v pleistocénu (např. izolované kvarcitové skály, kamenné moře, balvanové haldy), místy tvary zvětrávání a odnosu pískovců a vzácné jeskyně v krystalických vápencích. Hřbet přetínají v průlomových údolích Mohelka a Jizera.

Ze jmenovaných celků se největší částí na rozloze povodí podílí Krkonošské podhůří (395,73 km<sup>2</sup>), následují Jizerské hory (230,12 km<sup>2</sup>), Krkonoše (130,17 km<sup>2</sup>) a jen málo významnou plochu povodí zaujímá Ještědsko-kozákovský hřbet s 26,90 km<sup>2</sup>. K vyjádření poměrů ploch jednotek byl použit software ESRI ArcGis 9.3 a jako podklad data Portálu veřejné správy České republiky (<http://geoportal.cenia.cz>).

Jizerské hory zasahují do povodí Jizery svou jižní částí, a to více než polovinou celé své rozlohy. Zásadní význam mají především proto, že nejen Jizera, ale také její pravostranné přítoky Jizerka a Kamenice (s Černou a Bílou Desnou a Jedlovou) pramení v rašelinných pánvích jádra hor. Tento význam je podtržen především u Kamenice, jejíž dílčí povodí leží převážně právě zde. Samotná Jizera pramení v jejích polské části.

Krkonoše částečně zasahují do povodí horní Jizery svou severní částí, kde zabírají 16,6 % oblasti povodí, a dávají Jizeře její levostranné přítoky (Mumlava, Jizerka). Spolu s Jizerskými horami se jedná o nejvýše položená místa na povodí, tedy logicky pramenné oblasti s množstvím bystřin a vysokou spádovostí toků. 1,6 % plochy celého povodí Jizery připadá na oblasti nad 1000 m n. m., dalších 5,95 % připadá oblastem mezi 800 - 1000 m n. m., přičemž naprostá většina tohoto podílu patří právě horským oblastem.

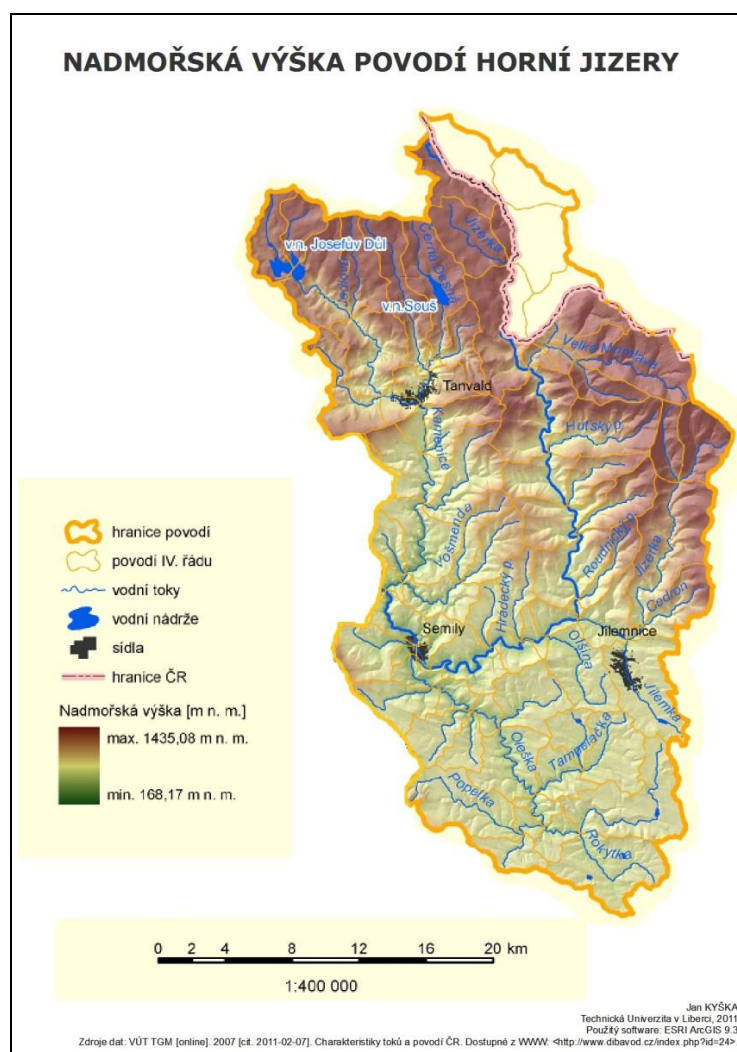
Velká většina zbývajícího území, a to vyšších a středních poloh, jsou částí rozlehlého Krkonošského podhůří v jeho severozápadním cípu. Jde o polovinu celého území. V tomto prostoru se nadmořská výška dostává až k hranici 300 m n. m. (Semily 340 m n. m.). V Krkonošském podhůří se významně rozvíjí říční síť, Jizera přibírá některé ze svých přítoků (Kamenice z pravé strany a Oleška z levé) a spád se vzhledem k vyrovnávání zemského povrchu a protahování toku zpomaluje.

V podstatě bezvýznamnou roli hraje pro vodohospodářský význam povodí Ještědsko-kozákovský hřbet svými 3,5 %. Ten do území zasahuje na jihu a jen svou spodní částí

(Kozákovský hřbet). Mezi významné přítoky pramenící na hřbetu patří především levostranné přítoky Olešky a samotná řeka Popelka.

Na závěr zmiňme, že i když se v tomto textu držíme striktně geomorfologickým členěním České republiky, tak to zcela dobře nekoresponduje s říční sítí, jejíž odraz v reliéfu každého území má přitom velký význam. Větší řeky by měly být vhodnými indikátory hraničních bodů mezi jednotlivými jednotkami, přičemž například Jizera pramenící v Jizerských horách „vtéká“ do Krkonoš a dále Krkonošského podhůří, které navíc zaujímá plochu jasně příhodnějšímu jizerskohorskému podhůří, které oficiálně neexistuje. Z tohoto důvodu je třeba na toto dělení nahlížet s rezervou, sice brát v potaz charakteristiku jednotlivých celků, ale zároveň se více zaměřit na význam říční sítě, která je pro reliéf velice důležitá, a to zejména pro tematiku, jakou je hydrologie.

*Obr. 4. Výškové poměry v povodí horní Jizery*



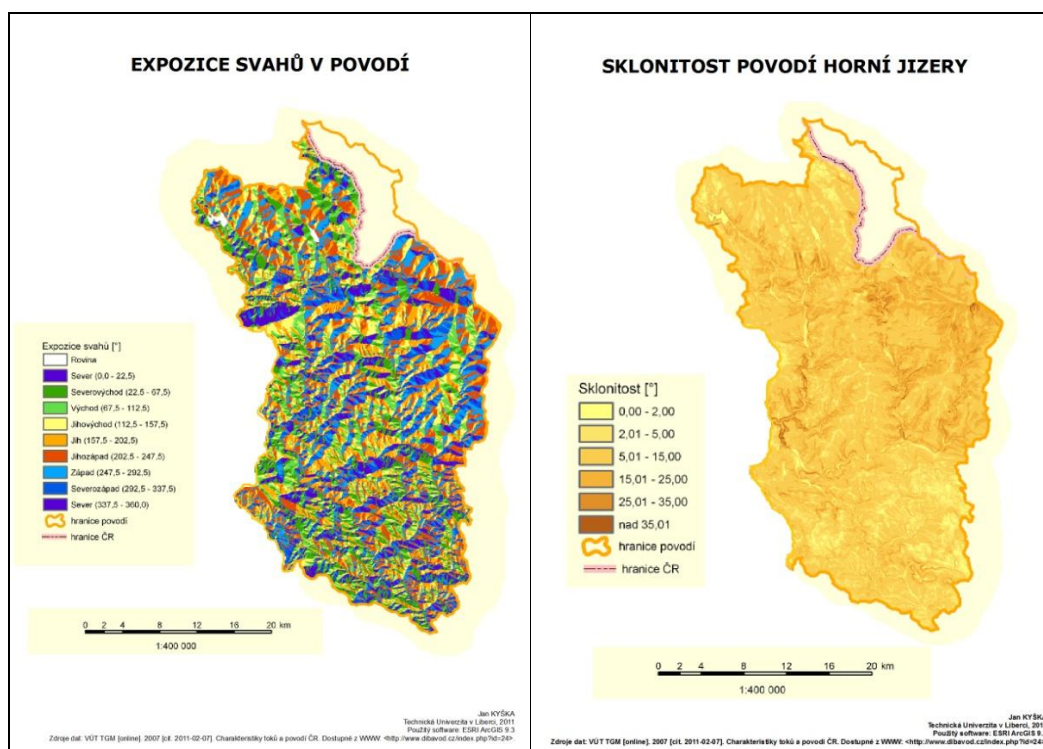


#### 4.1.5. Svahová expozice a sklonitost svahů

Dle Digitální báze vodohospodářských dat (<http://www.dibavod.cz>) se území v porovnání s celým povodím Jizery vyznačuje z hlediska expozice svahů rozsáhlejšími plochami o stejném směru, což je dáno především horským charakterem oblasti a s ním souvisejícími strmými svahy. Směrem od hor se tyto plochy zmenšují a častěji střídají. Poměr jednotlivých ploch je vyrovnaný, s mírnou převahou jihozápadních a severovýchodních expozic a absencí rovin.

Stejný zdroj uvádí, že největší podíl ploch sklonů svahů se pohybuje v intervalu 5 - 15 ° a vyšší hodnoty se logicky rozšiřují do oblasti Jizerských hor a Krkonoš. Sklony nad 25° jsou však spíše výjimečné (viz Obr. 5.). Co se samotného toku týče, tak sklony o nejvyšší hodnotě opět připadají na oblast Jizerských hor (i více než 20 °), zatímco průměrná hodnota je v rozmezí 5 - 10 °.

Obr. 5. Znázornění expozice svahů a sklonitosti povodí horní Jizery



## 4.2. Klimatické poměry

Klimatické faktory povodí ovlivňují velikost odtoku a jeho rozložení. Jde především o úhrny srážek za určitou dobu, jejich roční chod a intenzitu (Netopil, 1984).

ČHMÚ popisuje území České republiky jako území nacházející se v oblasti mírného klimatického pásu s pravidelným ročním cyklem teplot a srážek. Mimo těchto dlouhodobých výkyvů jsou krátkodobé změny počasí způsobovány častými přechody atmosférických front, které od sebe oddělují teplejší a studenější vzduchové masy a jsou většinou doprovázeny srážkami. Rozdělení srážek v průběhu roku má spíše kontinentální charakter. Nejvyšší měsíční úhrny srážek připadají na květen až srpen, nejméně srážek je v únoru a březnu. V letních měsících se často vyskytují krátkodobé vydatné srážky bouřkového charakteru, které zasahují poměrně malá území. Dlouhodobý roční úhrn srážek obecně stoupá se zvětšující se nadmořskou výškou, významně se však projevují i vlivy terénu. Sněhová pokrývka se objevuje v průměru od poloviny prosince do poloviny března, na horách leží sněh někdy až do května. Výška sněhové pokrývky v průměru dosahuje v nížinách 10 až 20 cm, ve středních polohách 40 až 60 cm, na horách přes 100 cm. Období tání sněhové pokrývky není pravidelné, tání významná pro vznik povodní mohou nastat prakticky od prosince až do dubna. Podrobná charakteristika chodu srážek v povodí je uvedena v samostatné kapitole.

Podle Quittovy klasifikace klimatických regionů v České republice (1971) zasahují do povodí čtyři regiony, z toho tři chladné (CH4, CH6, CH7) a jeden mírně teplý (MT2). Podrobná charakteristika jednotlivých regionů je uvedena v tabulce 1, v níž můžeme vidět, že rozhodujícími měřítky jsou především počty letních a zimních dnů, průměrné teploty v daných měsících nebo srážkové úhrny. Obecně můžeme konstatovat, že podle tohoto vymezení patří oblast k nejchladnější a na srážky nejbohatší u nás. Nejmenší plochu zaujímá chladný pás CH4 ve vrcholových částech Krkonoš a v menší míře také v Jizerských horách, většinu zbývajících území hor představuje pás CH6 a přechod mezi horským a podhorským územím nabízí klimatický pás CH7, tedy ten s mírnějšími teplotami a nižšími úhrny srážek v zimním i vegetačním období. Na relativně malé ploše jižní části povodí pak nalezneme mírně teplý pás MT4, který víceméně ohraničuje celé území právě z jihu.

Tab. 1. Charakteristika vyskytujících se klimatických oblastí dle Quitta (1971)

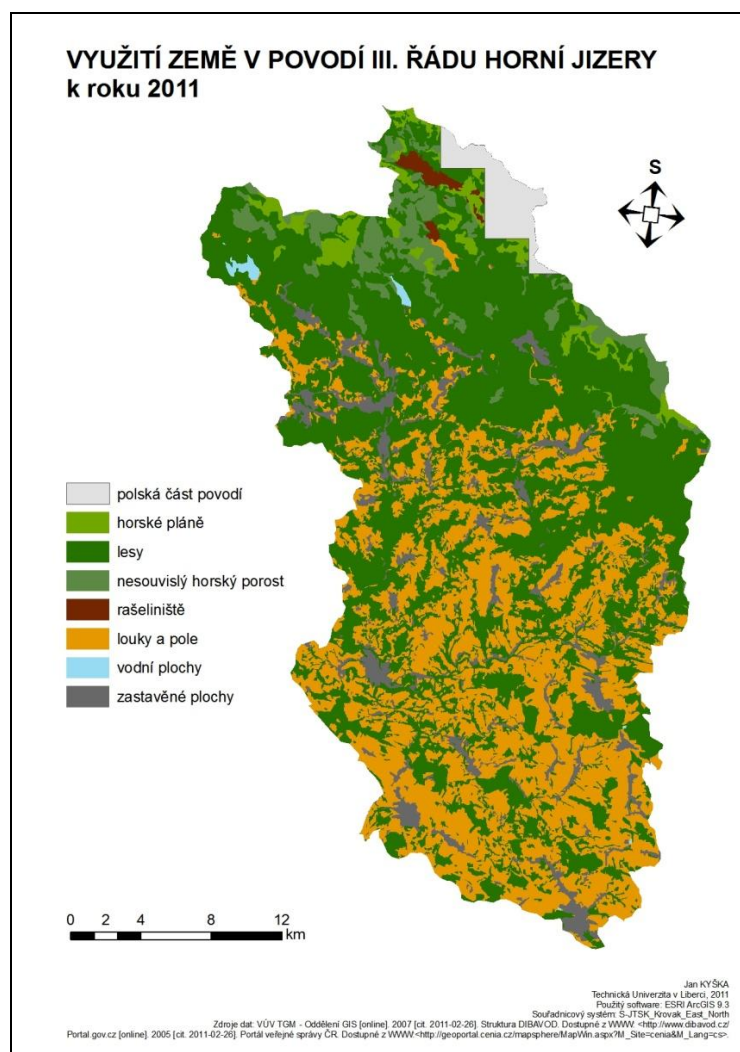
Klimatické charakteristiky	MT2	CH4	CH6	CH7
<i>Počet letních dnů</i>	20 - 30	0-20	10-30	10-30
<i>Počet dnů s prům. teplotou 10°C a více</i>	140 - 160	80-120	120-140	120-140
<i>Počet mrazových dnů</i>	110 - 130	160-180	140-160	140-160
<i>Počet ledových dnů</i>	40 - 50	60-70	60-70	50-60
<i>Průměrná teplota v lednu</i>	-3 až -4	-6 až -7	-4 až -5	-3 až -4
<i>Průměrná teplota v červenci</i>	16 - 17	12-14	14-15	15-16
<i>Průměrná teplota v dubnu</i>	6 - 7	2-4	2-4	4-6
<i>Průměrná teplota v říjnu</i>	6 - 7	4-5	5-6	6-7
<i>Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více</i>	120 - 130	120-140	140-160	120-130
<i>Srážkový úhrn ve vegetačním období</i>	450 - 500	600-700	600-700	500-600
<i>Srážkový úhrn v zimním období</i>	250 - 300	400-500	400-500	350-400
<i>Počet dnů se sněhovou pokrývkou</i>	80 - 100	140-160	120-140	100-120
<i>Počet zamračených dnů</i>	150 - 160	130-150	150-160	150-160
<i>Počet jasných dnů</i>	40 - 50	30-40	40-50	40-50

## 5. VYUŽITÍ ZEMĚ

Na využití země v povodí je možné se dívat ze dvou různých směrů. Zastoupení funkčních ploch v rámci celé oblasti je prvním z nich a je podrobně analyzováno v podkapitole níže. Využívání země (land-use) bezesporu souvisí s odtokovými poměry každé oblasti, a proto je nesmírně důležité. Územní plánování v oblasti nejbližšího okolí toku je druhým pohledem. To přímo souvisí s protipovodňovou ochranou (viz Návrhy protipovodňových opatření).

### 5.1. Zastoupení ploch

*Obr. 6. Využití země v povodí III. Řádu horní Jizery k roku 2011*



Pro vyjádření využití země v zájmové oblasti nám poslouží mapový výstup vytvořený v programu ESRI ArcGIS 9.3 s grafickým znázorněním zastoupení jednotlivých funkčních ploch. Následuje statistické vyhodnocení výsledků pomocí vhodných funkcí programu.

#### 5.1.1. Postup

Před začátkem tvorby mapy jsme zvolili typy ploch, které by nejlépe vystihly poměry v území. Jednotlivé počítané funkční plochy tedy jsou: horské pláně, lesy, nesouvislý horský porost, rašeliniště, louky a pole, vodní plochy a zastavěná plocha. Polská část povodí je v ploše započtena, nicméně jako zvláštní typ území bez definování typů ploch.

Pro práci byly využity dvě podkladové vrstvy- povodí III. řádu území horní Jizery (<http://www.dibavod.cz/>) a ortofoto mapa (<http://geoportal.cenia.cz/>). Po výřezu podle hranice povodí jsem začal dělit celou plochu povodí v nové vrstvě na jednotlivé dílce (polygony) a vždy nadefinoval jejich typ. Výsledný počet polygonů po sjednocení sousedících o stejném typu se rovná číslu 1244. Jde tedy o dostatečně podrobné rozčlenění.

#### 5.1.2. Interpretace výsledků

Tab. 2. Zastoupení funkčních ploch v povodí včetně procentuálního vyjádření

<b>funkční plocha</b>	<b>rozloha</b>	<b>podíl</b>
<i>lesy</i>	395,03 km <sup>2</sup>	50,52 %
<i>louky a pole</i>	256,11 km <sup>2</sup>	32,76 %
<i>zastavěné plochy</i>	51,19 km <sup>2</sup>	6,55 %
<i>nesouvislý horský porost</i>	35,34 km <sup>2</sup>	4,52 %
<i>horské pláně</i>	21,19 km <sup>2</sup>	2,71 %
<i>rašeliniště</i>	4,11 km <sup>2</sup>	0,53 %
<i>vodní plochy</i>	2,07 km <sup>2</sup>	0,26 %
<i>polská část území</i>	16,76 km <sup>2</sup>	2,14 %
<b>celkem</b>	<b>781,8 km<sup>2</sup></b>	<b>100 %</b>

Jak můžeme lehce vyčíst z mapy, tak z celkové plochy povodí, která činí 782 km<sup>2</sup>, se na ní nejvýznamnějším způsobem podílí lesní porosty. Celková plocha lesních porostů je 395 km<sup>2</sup>, což odpovídá polovině celé výměry povodí. Nejvyšší koncentrace lesů je v horských oblastech, kde je souvislý lesní porost narušován jen v některých částech, a to většinou planinami nebo místy s nevýraznou vegetací. Je to nejdominantnější prvek krajiny.

Druhové složení lesů není v mapě uvažováno, ale například projekt Lesnické hospodaření v Jizerských horách (<http://www.lesy-cr.cz/>) uvádí, že je v Jizerských horách sice pestré, ale výrazně v něm převládá smrk ztepilý (asi 74 %) a smrk pichlavý (15 %). Významný je podíl kosodřeviny a buku.

Směrem k podhůří se začíná čím dál výrazněji projevovat zastoupení luk a polí. Celková výměra těchto ploch se rovná přibližně 256 km<sup>2</sup> (32,76 %) a je spolu s lesy jedinou výrazně zastoupenou plochou. Zemědělské půdy je na území celkově méně, protože lesy pokrývají téměř jednolitě nadmořské výšky od 700 m n. m.

Ze zbývajících ploch zabírá 51 km<sup>2</sup> (6,55 %) zastavěná plocha reprezentující hlavně větší města (Tanvald, Harrachov, Semily, Lomnice n. Popelkou, Jilemnice, Nová Paka), ale také vesnice i menší usedlosti. V zásadě se dá říct, že mimo horské oblasti, kde z větších měst nalezneme pouze Harrachov, je koncentrace zástavby rovnoměrně rozmístěná, s mírným zhušťováním směrem k jihu od hor, a soustředí se přirozeně podél vodních toků.

35 km<sup>2</sup> odpovídá území s roztroušenými nebo nízkými lesními porosty, hlavně v oblasti Jizerských hor a také Krkonoš. Tento typ plochy se v některých oblastech prolínal s lesy, tudíž bylo vcelku obtížné je přesně oddělit a definovat. Jde víceméně o přechodná pásma mezi lesy a planinami v horách a nejedná se o velká území. O něco menší plocha, zhruba 21 km<sup>2</sup>, odpovídá horským plošinám a pláním bez porostu.

Nejobtížnější bylo vymezení rašelinišť v Jizerských horách, protože je z leteckého snímku obtížné identifikovat jejich okraj. Oficiální i neoficiální zdroje se shodují na tom, že rozloha NPR Rašeliniště Jizery a NPR Rašeliniště Jizerky činí dohromady přibližně 300 ha (=3 km<sup>2</sup>), přičemž námi vypočítaná rozloha oblastí rašelinišť se rovná 4 km<sup>2</sup>. Pro základní představu o výměře rašelinišť nám tyto údaje stačí. Jedná se o významný podíl a rašeliniště hrají v hydrologických poměrech oblasti jednu ze zásadních rolí.

Nejmenší výměra ze všech uvažovaných typů ploch patří vodním plochám. Výsledné 2 km<sup>2</sup> (0,26 %) nás vzhledem k tomu, že se v celém povodí nachází pouze dvě vodní nádrže (Josefův Důl, Souš) a žádné jiné umělé či přirozené vodní plochy, nepřekvapí. Hovoříme samozřejmě o významnějších vodních plochách. Téměř veškerý hydrologický význam oblasti tudíž spočívá v říční síti, která je silná.

Pro úplnost ještě uvedme, že 16,76 km<sup>2</sup> (něco přes 2 %) je plocha polského území, na němž nejsou funkční plochy vyznačené a počítané vzhledem k použité podkladové mapě.

## **5.2. Vodohospodářský význam lesů**

Les a voda jsou spolu nerozlučně spjaty už z podstaty, vyplývající z poznatků rostlinné fyziologie, hydropedologie či vývoje palearktické oblasti během kenozoika a zvláště pak holocénu. Dosavadní výsledky událostních simulací uvažovaný vliv zalesnění potvrzují, a to i za použití různých metod hydrologické transformace na povodí. (Unucka, 2008).

Již víme, že lesní porosty jsou v povodí horní Jizery nejdůležitějším prvkem ve využívání krajiny, a proto se podívejme na podrobnější charakteristiku významu lesů se zaměřením na Jizerské hory, kterou uvádí Lhotský (1963).

Les je velice důležitým retenčním činitelem, který může značně ovlivňovat hydrometeorologickou situaci. Ve vlastním území Jizerských hor je celkem bezvýznamné zemědělství a prakticky i nerostné bohatství a jen malý význam připadá průmyslu. Tím spíše vynikne důležitost lesů a vody, jejichž význam pro hospodářskou bilanci tohoto území je zcela mimořádný. Poměr lesního a vodního hospodářství klade otázku, do jaké míry ovlivňuje vodní režim a vodohospodářskou bilanci určitého území.

Narušením retenčních schopností pramenné oblasti klesá průměrná vydatnost pramenů a zvětšuje se rozkolísanost povrchových odtoků. Po této stránce byl vliv lesa bezpečně prokázán. V zalesněném území je procento vody, které se vsákne do půdy, podstatně větší, než v oblasti, která je nezalesněná. Souvislé lesní porosty velmi významným způsobem zmenšují povrchový odtok srážkových vod, který pro nás znamená obrovské ztráty vody a odplavené půdy, jakožto i případné další ztráty a škody při

povodních. Právě při těchto zvýšených odtocích se ochranná funkce lesa projevuje nejvýrazněji.

Nejlépe na vsakování vody působí přirozený les smíšený, v němž jsou zastoupeny různé věkové třídy, s bohatým podrostem. Také čím starší je les, tím lépe retenční funkci plní. Naproti tomu v uměle vysázeném, stejnověkém, čistě jehličnatém nebo listnatém lese, bude poměr povrchového odtoku a vsaku jenom o málo příznivější, než na nezalesněné půdě. Další rozdíly budou způsobené nadmořskou výškou a celkovým utvářením terénu v konkrétním území.

Důležité je také rozmístění lesních porostů. Lesy horské jsou vodohospodářsky značně důležitější než lesy v rovinách; lesy na rozvodích či v pramenných oblastech jsou daleko důležitější než lesy ležící mimo tato území. Našli bychom i další důležité funkce, které lesy plní, jako např. eliminování vodní eroze.

### **5.3. Vodohospodářský význam rašelinišť**

Jak již bylo řečeno výše, rašeliniště mají v oblasti Jizerských hor specifický význam. Tudíž se podívejme na podrobnější charakteristiku významu rašelinišť v krajině, kterou uvádí Lhotský (1963).

Rašeliniště jsou činitel, který podstatným způsobem ovlivňuje vodní režim určitého území. Jejich retenční schopnost je zcela mimořádná, což je dáno jejich původem a vznikem. Rašelínky, jejich podstatná a hlavní složka, mají následkem své zvláštní anatomické stavby schopnost zadržovat a pohlcovat v období přebytku až mnohokrát více vody než je jejich vlastní vláha. V době sucha potom pohlcené množství vody postupně opět vydávají do povrchového nebo spodního odtoku nebo ve formě výparu do ovzduší. Odtoky z rašelinišť v suchých obdobích jsou značně stabilnější a vyšší než odtoky z oblastí s podkladem minerálním nebo dokonce z oblastí nezalesněných. I retenční schopnost rašelinišť má však určité hranice (např. po dlouhých holomrazech je tato schopnost omezená). Nebezpečí spočívá také v lidském zásahu do rašelinišť odvodňováním a těžbou. Rašeliniště je v každém případě nejvhodnějším vodním reservoárem a naším předním úkolem je udržení či obnovení biologické a vodní rovnováhy krajiny.



O praktických důsledcích retenčních schopností rašelinišť nám nejlépe vypoví srovnání poklesu průtoků některých řek v pozdním létě, jejichž poklesy bývají vskutku katastrofální, s Jizerou, pramenící v rašelinné pánvi Jizerských hor. Také její přítoky pramení v dalších rašelinných pánvích (Jizerka, Kamenice s Černou a Bílou Desnou a Jedlovou). Zde je několik příkladů poměru mezi nejnižším a nejvyšším průtokem během roku některých českých řek:

Ohře 1 : 1042, Sázava 1 : 506, Vltava 1 : 433, Labe 1 : 151, *Jizera 1 : 203*.

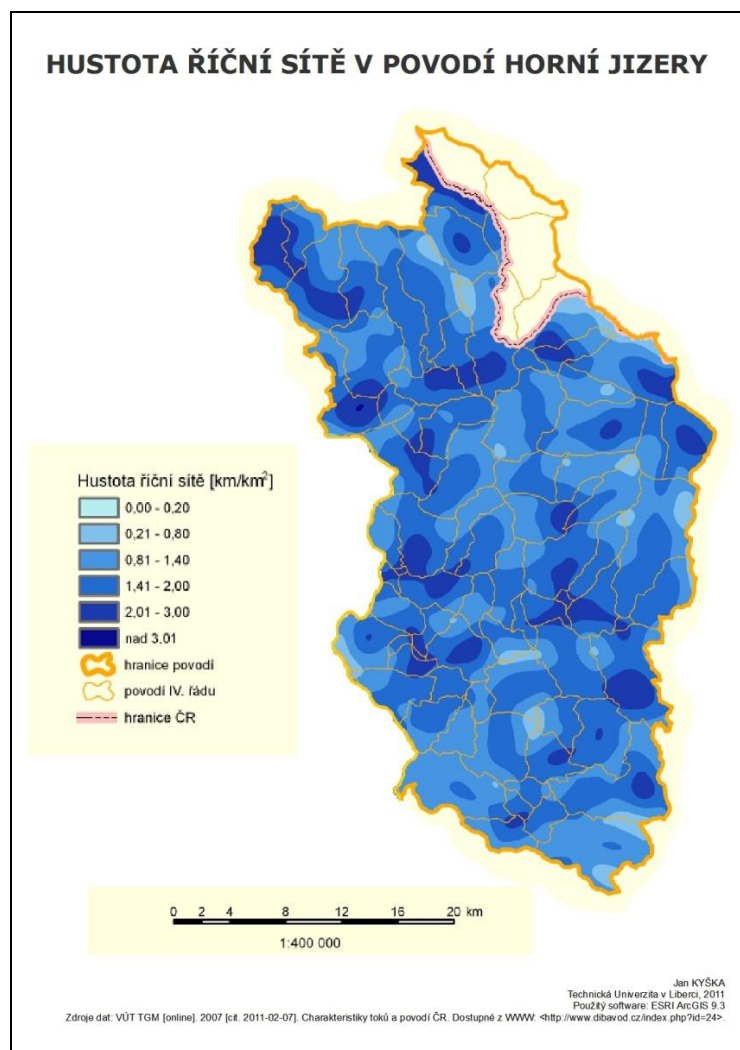
Tímto poměrem je Jizera druhou nejlepší českou řekou hned po Labi. Zároveň specifický odtok z povodí Jizery je druhý největší v Čechách, po Úpě, a dosahuje 11,2 litru za vteřinu na 1 km<sup>2</sup>.

V Jizerských horách je jako málo kde jinde u nás spjat vodní režim a mikroklima lesa s vodním režimem a mikroklimatem rašelinišť. V mnoha případech nelze v náhorních planinách Jizerských hor vést zřetelně hranici mezi rašeliništěm a lesem, jak o tom již bylo pojednáváno výše.

## 6. ŘÍČNÍ SÍŤ

Hustota říční sítě je ukazatelem velikosti povrchového odtoku. Analýzu povodí Jizery provedl DIBAVOD (<http://www.dibavod.cz/>). Území patří v tomto směru mezi území s vysokou hustotou. Většina povrchu má průměrnou hodnotu hustoty říční sítě v rozmezí 1,4 - 3,0 km/km<sup>2</sup>, hodnota menší než 0,2 km/km<sup>2</sup> je zastoupena v minimálním množství. Jak je možné vidět na obrázku, hustota sítě je vyrovnaná, ale o něco vyšších hodnot přece jen dosahují lokality v Jizerských horách. Nejen tady víceméně sledují tok dvou nejvýznamnějších řek, Jizery a Kamenice. Naopak překvapující může být nižší hustota v Krkonoších.

*Obr. 7. Hustota říční sítě v povodí horní Jizery*



## 6.1. Vodní toky

Ve zkoumaném povodí se nachází několik významných toků. Následující charakteristika řek pochází z Povodňového portálu Libereckého kraje (<http://maps.kraj-lbc.cz/mapserv/dpp/>).

Nejvýznamnější řekou v povodí je **Jizera**, pramenící jihovýchodně od Smrku (1124 m n. m.) v Jizerských horách. Má dvě zdrojnice, jednu (hlavní) na polské straně, ve výšce 888 m n. m., druhou na našem území. Ústí zprava do Labe u Toušeně ve 169 m n. m. Plocha povodí je 2145,24 km<sup>2</sup>, délka toku 167,04 km, průměrný průtok u ústí 23,9 m<sup>3</sup>/s (v profilu Turnov pod ústím Libuňky 18,6 m<sup>3</sup>/s).

Největším přítokem je Mohelka. Jizera patří mezi řeky kategorie II. řádu a spadá pod Povodí Labe. Jizera je největší tok ve zkoumaném povodí i na celém území Libereckého kraje. Zprvu protéká územím CHKO Jizerské hory, dále tvoří hranici Krkonošského národního parku, protéká Jilemnickým a Železnobrodským Podkrkonoším, přetíná Ještědsko-kozákovský hřbet a u Turnova vstupuje do otevřeného rovinného terénu.

*Obr. 8. Jizera před soutokem s Kamenicí a malá vodní elektrárna Spálov (foto vlastní)*



Tok Jizery je na průtoku krajem většinou přirozený a bez rozsáhlejších regulací. Nejhořejší část na území NPR Rašeliniště Jizery představuje unikátní fenomén náhorního meandrujícího toku s výraznými štěrkovitými náplavy obklopenými největším rašeliništním komplexem v Jizerských horách. Východně od osady Jizerka tok nabývá bystřinný charakter s balvanitým řečištěm. Až k Turnovu se střídají úseky s poměrně výrazným spádem a kamenitým řečištěm s klidnějšími úseky, místy umělého charakteru (jezy). Břehy jsou obvykle srázné až skalnaté. Výrazným geomorfologickým útvarem je tzv. soutěska pod Bitouchovem u Semil, původně velmi úzká, ve 2. polovině 19. století odstřelem rozšířená do dnešní podoby.

Největší pravostranný přítok Jizery je **Kamenice**, pramenící na severozápadním svahu Černé hory v Jizerských horách ve výšce 975 m n. m. Ústí zprava do Jizery v Podspálově u Železného Brodu ve výšce 280 m n. m. Plocha povodí je 218,6 m<sup>2</sup>, délka toku 36,2 km a průměrný průtok u ústí 4,65 m<sup>3</sup>/s. Na horním toku Kamenice je vodárenská nádrž Josefovův Důl. Významnými levostrannými přítoky jsou Bílá a Černá Desná, na druhé z nich je vodní nádrž Souš. Jde o tok s velkým spádem a bystřinného charakteru, většinou přirozeného rázu, na průtoku zastavěnými územími regulovaný (Tanvald, Velké Hamry).

*Obr. 9. Kamenice těsně před soutokem s Jizerou v Podspálově (foto vlastní)*





Řeka **Vošmenda** pramení 0,7 km severozápadně od Vysokého nad Jizerou ve výšce 653 m n. m. a ústí zleva do Kamenice jihovýchodně od Horní Kamenice ve 305 m n. m. Plocha povodí této řeky je 25,8 km<sup>2</sup> a délka toku 12,3 km. Průměrný průtok u ústí je 0,35 m<sup>3</sup>/s. Vošmenda má tok přirozeného charakteru, ve střídavě zalesněném údolí mimo souvislou zástavbu.

**Mumlava** pramení na severovýchodním svahu Kotle ve výšce 1360 m n. m. a ústí zleva do Jizery pod Kořenovem v 570 m n. m. Plocha povodí Mumlavy je 51,1 km<sup>2</sup>, délka toku 12,2 km a průměrný průtok u ústí 1,82 m<sup>3</sup>/s. Tok má výrazně bystřinný až peřejnatý (např. Mumlavské vodopády) a bez rozsáhlejších regulací. Až na výjimky protéká souvisle zalesněným územím.

Řeka **Jizerka**, která pramení v Horních Mísečkách ve výšce 1065 m n. m., ústí zleva do Jizery u Horní Sytové ve 385 m n. m. Plocha povodí je 85,8 km<sup>2</sup>, délka toku 21,5 km a průměrný průtok u ústí 2,14 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. Většina toku má větší spád, bystřinný, přirozeného rázu, doprovázený většinou hodnotnými lesními porosty.

Zajímavostí je, že vodoteč stejného jména (Jizerka) je pravostranným přítokem na horním toku Jizery, který protéká známým rašeliništěm Malá jizerská louka. V území se tedy nachází hned dvě různé řeky o stejném názvu.

**Oleška** pramení u Rovnáčova ve výšce 541 m n. m. a ústí zleva do Jizery v Semilech ve 315 m n. m. Plocha povodí je 171,1 km<sup>2</sup>, délka toku 34,2 km a průměrný průtok u ústí 1,74 m<sup>3</sup>/s. Protéká vrchovinným územím Podkrkonoší s venkovskou zástavbou a s nesouvislým zalesněním, zejména na příkřejších svazích nad říčkou. Tok je nenásilně regulovaný až přirozený.

Mezi menší toky v povodí, u nichž není tak důležitá podrobnější charakteristika, patří Smržovský potok a Rejdický potok z přítoků Kamenice, Hrádecký potok, Roudnický potok, Hutský potok a Olšina z přítoků Jizery, ze zbývajících malých toků jmenujme Tampelačku, Rokytku a Popelku z dílčího povodí Olešky a Jilemku s Cedronem, které ústí zleva do Jizerky.

## 6.2. Úpravy vodních toků

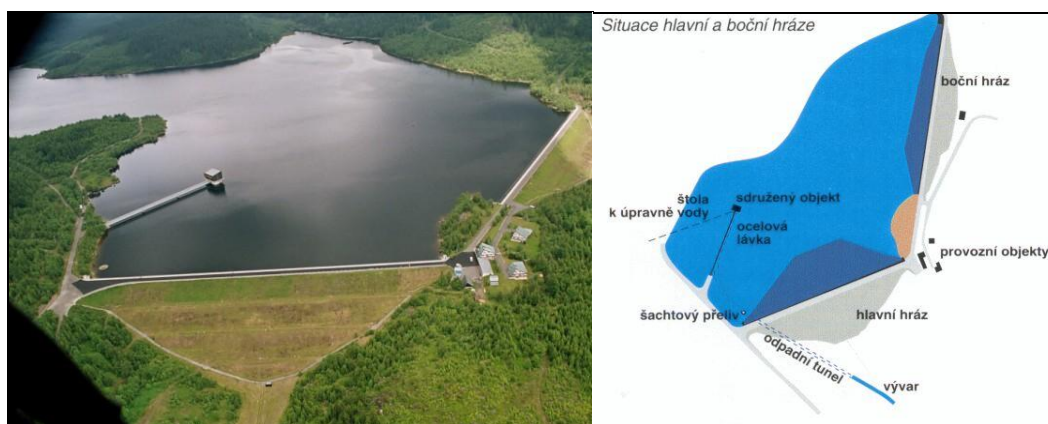
Zásadním zásahem do vodního režimu řeky je výstavba vodních nádrží. Jediné dvě nádrže v oblasti povodí Jizery jsou Josefův Důl a Souš. Jejich následující charakteristika pochází z Povodňového portálu Libereckého kraje (<http://maps.kraj-lbc.cz/mapserv/dpp/>) a publikace Žáka, L. (2006), pokud není uvedeno jinak.

### 6.2.1. Josefův Důl

Jde o nádrž na Kamenici s hlavní a boční hrází. Hlavní sypaná hráz je vysoká 45 m a délku v koruně má 360 m. Vodní plocha měří 150 ha, maximální hloubka je 39 m, stálý objem nádrže 0,85 mil. m<sup>3</sup>, zásobní objem 20,55 mil. m<sup>3</sup> a celkový objem 23,25 mil. m<sup>3</sup>. Délka vzdutí je 2,6 km a maximální hladina 733,2 m n. m.

Plocha povodí vodní nádrže je 20,02 km<sup>2</sup>, průměrná dlouhodobá roční výška srážek 1524 mm a průměrný dlouhodobý roční průtok 0,762 m<sup>3</sup>/s. Na sdružený objekt navazuje 418 m dlouhý odpadní tunel vnitřního podkovovitého tvaru o výšce 4,0 m, který je veden do podhrází. Slouží k odvádění vody od výpustí a v polovině délky je do něho též zaústěn šachtový bezpečnostní přeliv s kótou přelivné hrany 732,2 m n. m. Šachtový přeliv s kapacitou základových výpustí dokáže převést tisíciletou povodeň průtokem 212 m<sup>3</sup>/s (<http://www.pla.cz/>).

Obr. 10. Vodní nádrž Josefův důl z ptáčí perspektivy, situace hrází (<http://www.pla.cz/>)



Přehrada byla vybudována z důvodu nedostatku pitné vody v oblasti Liberecka a Jablonecka. Představovala první ze čtyř staveb komplexu zásobovací soustavy a podařilo se ji postavit v letech 1976 - 1982. Jde tedy o vodárenskou nádrž. Její rozsah odpovídá standardu podobných děl. Povodí Labe uvádí mezi účely hráze částečnou ochranu území ležícího pod nádrží před velkými vodami, zajištění trvalého minimálního průtoku, možnost nadlepšení průtoku při havarijním znečištění toku pod nádrží, energetické využití sanačního průtoku a účelové rybí hospodářství.

Josefův Důl patří k nejmladším nádržím u nás. Zatím nebylo nutné odstraňovat žádné závažné poruchy či nedostatky, jen se musely upravit některé prvky díla, které se při výstavbě nepodařilo vhodně provést (například rekonstrukce patního drénu ve střední části boční hráze).

#### **6.2.2. Souš**

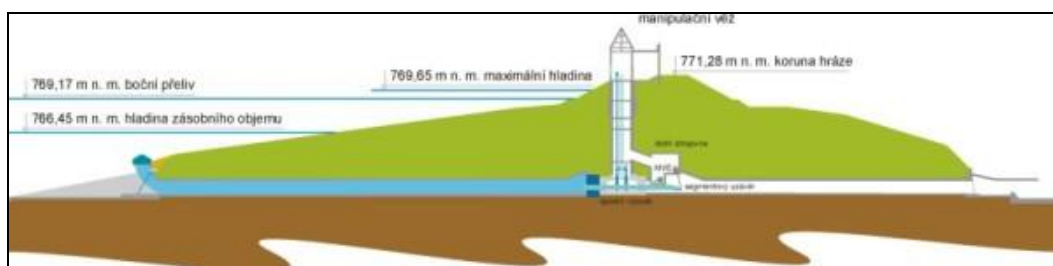
Vodní nádrž Souš leží na Černé Desné. Její zemní sypaná hráz je 23 m vysoká, délku v koruně má 364 m. Vodní plocha měří 102 ha, maximální hloubka je 20,5 m, stálý objem nádrže 0,21 mil. m<sup>3</sup>, zásobní objem 5,16 mil. m<sup>3</sup> a celkový objem 7,84 mil. m<sup>3</sup>. Délka vzdutí je 2,1 km a maximální hladina 770,5 m n. m.

Plocha povodí vodního díla je 13,96 km<sup>2</sup>, průměrná dlouhodobá roční výška srážek 1457 mm, průměrný dlouhodobý roční průtok 0,508 m<sup>3</sup>/s (<http://www.pla.cz/>).

Také se jedná o vodárenskou nádrž s ochrannou funkcí před velkými vodami. Funguje zde převod vody z Bílé Desné. Stavba díla byla dokončena v roce 1915 a probíhala od roku 1911. Rekonstrukce probíhala v letech 1924 - 1927, úprava pro vodárenské využití v letech 1970 - 1974. Po výstavbě vodárenského systému je od roku 1973 zdrojem vody pro zásobování Tanvaldska a Jablonecka. Mezi další účely hráze, které uvádí Povodí Labe, patří zajištění trvalého minimálního průtoku, možnost nadlepšení průtoku při havarijním znečištění toku pod nádrží a účelové rybí hospodářství.

Vybudování přehrady na Černé Desné je významné z hlediska přehradního stavitelství, neboť zde bylo navrženo vybudování zemní sypané hráze, přestože s tímto typem výstavby byly u nás i ve zbytku Evropy na začátku století malé zkušenosti. Autorem návrhu byl profesor Dr. Otto Intze z Cách (<http://www.pla.cz/>).

Obr. 11. Technické parametry vodní nádrže Souš (<http://www.pla.cz/>)



Přehrada byla spojena štolou s přehradou na Bílé Desné, o jejíž protržení a následné povodni je psáno v kapitole Analýza povodní.



## 7. CHOD SRÁŽEK A ODTOKU

### 7.1. Srážky

Srážky jsou rozhodujícím faktorem hydrologického režimu řek, a tedy i faktorem ovlivňujícím povodně. Jak již bylo řečeno výše, existuje několik typů povodní. Všechny z nich, kromě zimních povodní ledovcového typu, které jsou ovšem v oblasti velmi neobvyklé, ovlivňují zásadním způsobem právě srážky. Účelem této kapitoly je podrobněji popsat dlouhodobý roční chod srážek v povodí horní Jizery.

Srážky jsou měřeny **srážkoměrnými stanicemi**, kterých se v tomto území nachází poměrně velké množství. ČHMÚ uvádí jak automatické stanice, kterými jsou Kořenov, Vysoké nad Jizerou, hraničně Dvoračky a Bedřichov, tak manuální stanice Josefův Důl, Smržovka, Roprachtice, Jilemnice, Semily, Železný Brod a Rokytnice nad Jizerou. Tyto stanice ještě doplňují stanice s aktuálním zveřejňovaným měřením: Jizerka, Nová Louka, Desná-Souš, Studenec, Lomnice nad Popelkou. Pro úplnost doplníme srážkoměrné stanice uváděné Povodím Labe a zároveň neuváděné ČHMÚ: Souš, Dolní Sytová, Labská bouda, Medvědí, Dolní Štěpánice, Hřebínek, Černá hora.

#### 7.1.1. Charakteristika srážek v povodí

Horskou část zkoumané oblast charakterizuje z pohledu srážek Lhotský (1963). Jizerské hory a Krkonoše jsou horským celkem, stojícím jako překážka v cestě západním a severozápadním větrům, které v našem středoevropském prostoru převládají a přinášejí vlhký vzduch z prostoru Atlantského oceánu. Jizerské hory, ležící na západním, respektive severozápadním konci tohoto masivu, jsou tedy na nejexponovanějším místě, na návětrné straně. Tato skutečnost by se měla projevit i ve srážkových poměrech hor, což dlouholetá meteorologická měření potvrzují. Jizerské hory patří mezi nejvlhčí oblasti našeho státu.

Území, kde ve skutečnosti spadne srážek méně, než činí teoretický výpočet, označujeme jako relativně suché; území s množstvím srážek přesahujícím teoretický výpočet, označujeme jako relativně vlhké. Velké srážkové přebytky jsou v nejvyšších částech povodí Jizery i ve velké středové rašelinné pánvi Jizerských hor (Nová Louka, Kristiánov). Obě tyto stanice však leží na jejím okraji.

Ve srovnání s Krkonošemi, které jsou částí svého území pro oblasti také významné, je území s přebytkem 30 % a více v Jizerských horách zhruba třikrát větší. Území s přebytkem 40 % a více zabírá více než polovinu Jizerských hor a zaujímá i část podhůří až k údolí Jizery u Železného Brodu, zatím co v západních Krkonoších se s takovým přebytkem setkáme jen na úzkém pohraničním hřebenu. Oblast Smrku a pramenů Jizery, jakož i jihovýchodní část Velké Jizerské louky, vykazují dokonce přebytek větší než 50 %.

Kdybychom zkoumali jednotlivá místa samostatně, zjistili bychom mnohdy výsledky dosti odlišné od celkového průměru. Takové odchylky od průměru a velké rozdíly mezi blízkými místy jsou způsobeny místními vlivy: utvářením terénu, ovlivněním směru větru apod. V každém případě jsou Jizerské hory oblastí s největšími úhrny srážek u nás.

*Tab. 3. Měsíční průměry srážkových úhrnů vybraných stanic v povodí horní Jizery za období 1980 - 2010 v mm (ČHMÚ)*

	<b>Josefův Důl</b>	<b>Jizerka</b>	<b>Rokytnice</b>	<b>Semily</b>	<b>Smržovka</b>	<b>Železný Brod</b>
<i>leden</i>	131	122	132	83	100	83
<i>únor</i>	105	91	101	66	87	68
<i>březen</i>	116	114	107	71	92	73
<i>duben</i>	73	70	62	48	62	50
<i>květen</i>	84	86	71	66	69	62
<i>červen</i>	100	111	94	87	89	82
<i>červenec</i>	130	140	118	98	104	95
<i>srpen</i>	131	124	106	85	103	84
<i>září</i>	98	100	94	69	80	69
<i>říjen</i>	89	97	84	66	75	60
<i>listopad</i>	121	115	113	80	99	78
<i>prosinec</i>	139	131	138	93	110	89
<b>rok</b>	<b>1318</b>	<b>1297</b>	<b>1220</b>	<b>912</b>	<b>1065</b>	<b>900</b>

Pro představu o rozložení srážek během roku nám poslouží data z šesti srážkoměrných stanic v povodí. Kompletní údaje o úhrnech srážek v jednotlivých měsících za posledních třicet let byla získána od ČHMÚ. Jde o stanice Josefův Důl, Jizerka, Rokytnice nad Jizerou, Semily, Smržovka a Železný Brod. Podle nich je možné charakterizovat obvyklé rozložení srážek během roku v celé oblasti i vzájemně porovnávat místní rozdíly. Výsledky jsou popsány níže a znázorněny v přehledné tabulce a grafu.

Analyzované stanice se nachází v rozličných nadmořských výškách. Nejvýše položené jsou Jizerka u pramene Jizery (858 m n. m.), Josefův Důl v povodí Kamenice (851 m n. m.) a Rokytnice nad Jizerou (760 m n. m.). První dvě jmenované jsou v Jizerských horách, Rokytnice spíše na jejich hranici s Krkonoši. Smržovka v Jizerských horách, ležící v nadmořské výšce 585 m n. m., patří do dílčího povodí Kamenice. Semily (340 m n. m.) a Železný Brod (305 m n. m.) jsou nejnižšími z těchto stanic a obě jsou v blízkosti řeky Jizery.

Všechny stanice vykazují roční úhrny srážek vyšší než 900 mm, což je v porovnání s celorepublikovým průměrem (673 mm) i průměrem Libereckého kraje (854 mm) za období 1961 - 2010 mnohem více. Nejvíce srážek dlouhodobě vykazuje stanice Josefův Důl (1318 mm), přičemž jak Jizerka, tak Rokytnice nad Jizerou se také pohybují nad hranicí 1200 mm za rok. Průměr všech šesti stanic je 1118 mm/rok. Jak můžeme vidět, průměrné množství srážek je více či méně úměrné nadmořské výšce pozorovaného místa.

Vlastní horská oblast Jizerských hor má průměrné roční srážky vesměs vyšší než 1000 mm a dokonce místa níže položená, jako např. Tanvald (450 - 500 m n. m.) či Bílý potok pod Smrkem (400 - 450 m n. m.), leží již na hranici hor s více než 1200 mm ročních srážek. V okolí vrcholu Jizery a v oblastech obou velkých rašelinných pánví Malé a Velké Jizerské louky pak roční průměr srážek vysoko přesahuje hodnotu 1400 mm (Lhotský, 1963).

Zajímavé je rozložení srážek během roku, které je důležité pro vegetační poměry nebo odtok. Nejbohatšími měsíci jsou červenec u stanic Jizerka, Semily a Železný Brod a prosinec u stanic Josefův Důl, Smržovka a Rokytnice n. Jizerou. Vůbec nejvyšší měsíční průměr má Jizerka se 140 mm v červenci, ale celkově je možná trochu překvapivě o něco vyšší průměr v prosinci (116 mm/rok). Oproti ostatním měsícům jsou v červenci a prosinci srážky vyšší přibližně o 30 %. Vysoké srážky vykazují také měsíce leden (u Rokytnice nad Jizerou například výrazně víc než červenec) a srpen (105,5 mm/rok). Posledním měsícem s průměrnými srážkovými úhrny nad 100 mm za rok je listopad.

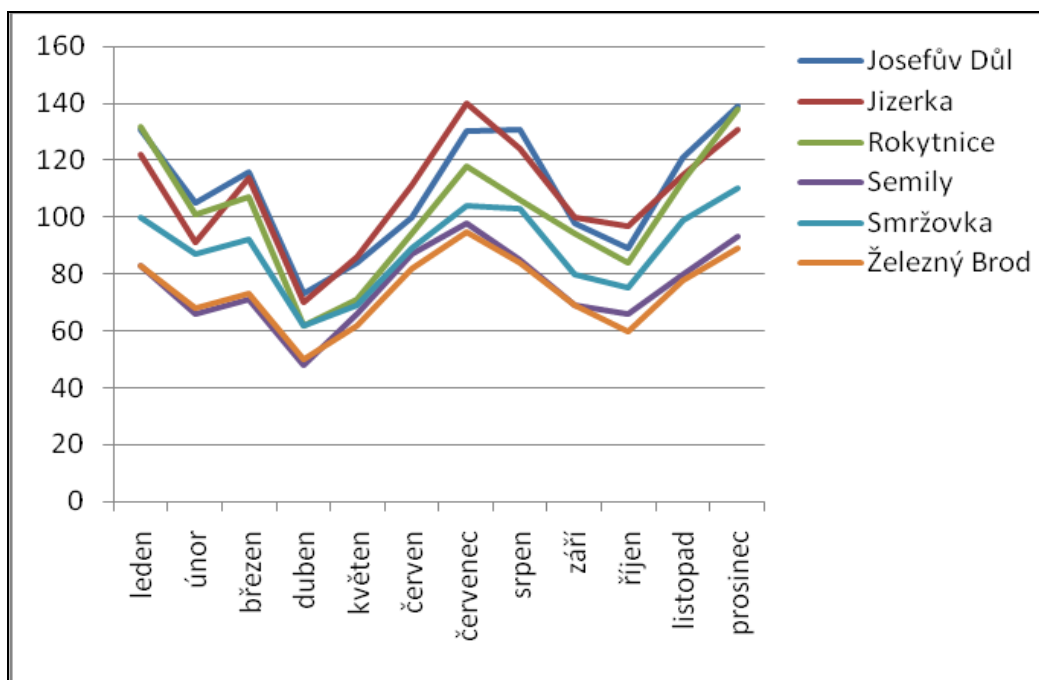
Lhotský (1963) uvádí, že v našich zeměpisných poměrech mívají většinou letní měsíce větší celkové množství srážek než měsíce zimní, že příčinou toho jsou letní bouřky a přivalové deště a výjimku po této stránce nečiní ani Jizerské hory, kde na červen, červenec a srpen připadá průměrně 33 % celoročních srážek. Toto tvrzení ovšem

nekoresponduje s novějšími údaji z vybraných stanic, které jsou rozebrány výše. Dále uvádí, že na návětrných svazích hor je toto maximum ještě výraznější (32 - 37 %).

Naopak nejsušší měsíc je u všech profilů jednoznačně duben. U Jizerky a Semil je rozdíl mezi dubnem a červencem dokonce více než dvojnásobný. Celkově druhým a třetím na srážky nejchudším měsícem jsou květen (73 mm/rok) a říjen (78,5 mm/rok). Zbývající měsíce, jež také vykazují podprůměrné hodnoty, a to zhruba o 8 %, jsou září a únor. Lhotský (1963) uvádí, že v okrajových oblastech na západě a severozápadě připadá relativně nejméně srážek na únor (4,5 - 6,2 %), kdežto ve vrcholových oblastech na duben (6,1 - 8,7 %).

Celkově lze tedy roční srážkové úhrny charakterizovat jako vysoké a v rámci ČR velmi nadprůměrné. Křivka znázorňující roční chod srážek v povodí, respektive zmíněných stanicích, naznačuje dva vrcholy- zimní období (prosinec a leden dohromady v průměru 225 mm) a letní období (červenec a srpen dohromady v průměru 220 mm). Výrazný úbytek srážek nastává pravidelně na jaře (duben a květen dohromady pouze 134 mm) a také mezi zmíněnými srážkovými vrcholy, tj. v září a říjnu.

*Graf 1. Znázornění rozložení srážek během roku podle vybraných stanic v povodí horní Jizery za období 1980 - 2010 (ČHMÚ)*



Srážky z pohledu změn v období 1901 až 2003 charakterizuje program Lesnického hospodaření v Jizerských horách (Lesy ČR, 2004). Víceleté průměrné úhrny srážek na klimatických stanicích Desná-Souš, Bedřichov a Jizerka vykazovaly rozdílné trendy. Zatímco srážky na stanici Desná-Souš v období 1991 - 2003 stouply (v průměru o 6 %), na stanicích Bedřichov a Jizerka došlo k jejich poklesu (cca o 14 a 10 %). Větší změny zaznamenaly především zimní měsíce, ve vegetačním období (IV. - IX.) nejsou rozdíly mezi srážkovými úhrny dříve (1901 - 1950) a nyní (1991 - 2003) tak výrazné (Souš pokles o 1 % a Bedřichov o 12 %).

Lhotský (1963) hodnotí srážkové poměry v zimním období. Při posuzování sněhové pokrývky musíme znát především přepočítávací měřítko na vodu: 10 mm vody odpovídá průměrně 10 - 12 cm sněhu (od 4 cm těžkého mokrého sněhu až do 30 cm čerstvě napadlého prachového sněhu). Průměrná výška sněhové pokrývky ve vyšších polohách Jizerských hor bývá 1 - 2 m, v nižších, okrajových oblastech 10 - 50 cm, rovněž s velkými místními rozdíly. V mimořádně tuhých zimách (např. v roce 1955 - 56) bývá sněhová pokrývka ještě větší (na vrcholcích i přes 5 m). Je přirozené, že takové mimořádné množství sněhu ovlivňuje i průběh jarního tání a zásoby jarních vod. Vlivem zalesnění horských oblastí je průběh jarního tání velmi pomalý a časově prodloužený, takže křivka zvýšení jarních odtoků je velmi plochá. Proto také jarní zvýšené vodní stavy na tocích pod Jizerskými horami nemívají charakter zhoubných povodní.

#### **7.1.2. Srovnání jednodenních a vícedenních extrémních srážkových úhrnů ČR se zaměřením na povodí horní Jizery**

*Tab. 4. Nejvyšší denní úhrny srážek v České republice v období 1879 až 2002*

Pořadí	Srážky (mm)	Datum	Stanice	Výška m n. m.	Oblast
1	345,1	29.7.1897	Nová Louka	780	Jizerské hory
2	312,0	12.8.2002	Cínovec	882	Krušné hory
3	300,0	29.7.1897	Jizerka	970	Jizerské hory
4	278,0	13.8.2002	Knajpa	967	Jizerské hory
5	271,1	13.8.2002	Smědavská hora	1006	Jizerské hory
6	266,2	29.7.1897	Pec pod Sněžkou	812	Krkonoše
7	260,9	6.7.1997	Studniční hora	1531	Krkonoše
8	247,8	13.8.2002	Jizerská	1000	Jizerské hory

Výtah dat pochází z dokumentu ČHMÚ (<http://old.chmi.cz/>) k povodním 2002. Data poskytují dobrou představu o maximálních úhrnech vyskytujících se na území České republiky, i když v tabulce dvoudenních a sedmidenních úhrnů je období před rokem 1961 uvažováno jen ve sporé míře a evidentně nezapočítává i hodnoty ze zkoumané oblasti (např. absence Nové Louky z roku 1897 v Jizerských horách ve dvoudenních úhrnech, kdy by logicky musela do předních pozic zasahovat).

Nejvyšší denní úhrny se vyskytují v horách na severu České republiky, zejména v Jizerských horách, Krušných horách, v Moravskoslezských Beskydech a Hrubém Jeseníku, přičemž nejvyšší vícedenní úhrny se vyskytují především na severní Moravě, v Moravskoslezských Beskydech a Hrubém Jeseníku. Například nejvyšší dosažené sedmidenní srážky se vztahují pouze na Moravu a rok 1997, kdy celé území zasáhly extrémní dlouhodobé srážky. Naopak nejvyšším jednodenním úhrnům srážek jednoznačně dominuje oblast Jizerských hor a Krkonoš. Mezi prvními deseti nejvyššími hodnotami v rámci měřeného období je celá polovina z území Jizerských hor a další tři z Krkonoš. Pomyslné nižší pozice jsou již vesměs obsazeny jak severočeskými, tak moravskými pohořími. Hodnoty, které přesahují až 300 mm srážek za 24 hodin, ovšem najdeme jen ve zmíněných Jizerkách nebo sousedních Krkonoších. Tento fakt vcelku dobře vystihuje specifickou povodí horní Jizery a dělá z něj jednu z nejohroženější oblastí uvnitř republiky, protože podle těchto čísel u nás nenajdeme oblast, kde byl pravděpodobnější výskyt extrémních srážkových úhrnů v rámci co nejkratší doby.

*Tab. 5. Nejvyšší dvoudenní úhrny srážek v České republice v období 1961 až 2002*

Pořadí	Srážky (mm)	Datum	Stanice	Výška m n. m.	Oblast
<b>1</b>	380,0	11.8.2002	Cínovec	882	Krušné hory
<b>2</b>	371,2	20.8.1972	Lysá hora	1324	Moravskoslezské Beskydy
<b>3</b>	370,2	20.8.1972	Nýdek	435	Moravskoslezské Beskydy
<b>4</b>	365,0	20.8.1972	Šance	509	Moravskoslezské Beskydy
<b>5</b>	358,8	6.7.1997	Zlaté Hory	757	Hrubý Jeseník
<b>6</b>	356,0	6.7.1997	Jeseník	456	Hrubý Jeseník
<b>7</b>	<b>353,6</b>	<b>12.8.2002</b>	<b>Knajpa</b>	<b>967</b>	<b>Jizerské hory</b>
<b>11</b>	<b>335,5</b>	<b>12.8.2002</b>	<b>Smědavská hora</b>	<b>1006</b>	<b>Jizerské hory</b>

Tab. 6. Nejvyšší sedmidenní úhrny srážek v České republice v období 1961 až 2002

Pořadí	Srážky (mm)	Datum	Stanice	Výška m n. m.	Oblast
<b>1</b>	626,2	3.7.1997	Šance	509	Moravskoslezské Beskydy
<b>2</b>	625,2	4.7.1997	Šance	509	Moravskoslezské Beskydy
<b>3</b>	617,9	2.7.1997	Šance	509	Moravskoslezské Beskydy
<b>4</b>	610,4	5.7.1997	Šance	509	Moravskoslezské Beskydy
<b>5</b>	596	3.7.1997	Lysá hora	1324	Moravskoslezské Beskydy
<b>6</b>	595,3	4.7.1997	Lysá hora	1324	Moravskoslezské Beskydy
<b>7</b>	586,4	2.7.1997	Lysá hora	1324	Moravskoslezské Beskydy
<b>44</b>	<b>443,1</b>	<b>29.6.1958</b>	<b>Bedřichov</b>	<b>777</b>	<b>Jizerské hory</b>

Podle tabulek nejvyšších jednodenních a vícedenních srážkových úhrnů lze tedy konstatovat, že severočeská pohoří (Jizerské hory, Krkonoše, Krušné hory) jsou ohrožena krátkodobějšími úhrny. Čím více se doba prodlužuje, tím ubývá extremita výskytu v těchto oblastech a přesouvá se spíše na Moravu.

Jizerské hory si v tomto směru udržují jeden unikátní rekord z 29. července 1897. Na Nové Louce napršelo 345 mm srážek za 24 hodin, což odpovídá zhruba třetině největších denních srážek na světě a blíží se celoročnímu souhrnu srážek v nejsušších oblastech Čech. I tato skutečnost byla podnětem k vybudování přehrad v Jizerských horách a jen potvrzuje předchozí fakta (Lhotský, 1963).

## 7.2. Odtok

Časové rozložení odtoku z povodí souvisí se zdroji vodnosti řek. Takové zdroje jsou nás tři: voda z dešťů, z periodické sněhové pokrývky a podzemní voda. Podíl každého z nich může být rozličný a svým množstvím proměnlivý. Je závislý na vlastnostech celého geografického prostředí povodí jako komplexu. Režim průtoku je tedy produktem přírodních poměrů a zpětně ovlivňuje vlastnosti řečiště. Jeden z hlavních prvků režimu průtoku řek je velikost změn průtoku a jejich časový průběh (Netopil, 1984).

Buchtele, Buchtelová, Fořtová (2008) uvádí další činitele proměnlivosti odtoku. Krom klimatických sem patří také změny vegetačního krytu v ročním cyklu. Spolupůsobí ovšem také vývoj vegetace v rozpětí desetiletí až století. Ke změnám ve vodním režimu však docházelo i v dávnějších obdobích, včetně období hodnocených geologickými přístupy a měřítky. Dávné změny v povodích jsou v obvyklých současných hodnoceních vodního režimu považované za víceméně přirozené poměry.

Výrazné ovlivnění vodního režimu je obvykle přisuzováno lidské činnosti především v druhé polovině 20. století. Vývoj vegetace v předchozích přibližně sto letech v podobě zvýšených výnosů zemědělských plodin a v přírůstku dřevní hmoty v lesní pokrývce měl vliv i na hydrologickou vodní bilanci (Keller, 1970).

V České republice kolem 60 % všech půd vzniklo zvětráváním krystalinického podkladu vedoucím ke vzniku písčito-hlinitých heterogenních půd patřících do skupiny Cambisolů (hnědá půda kyselá). S těmito půdami se setkáváme na svazích většiny našich horských a podhorských oblastí. Při formování odtoku je typická rychlá reakce na srážky. Jen zřídka dochází k povrchovému odtoku, srážková voda infiltruje do půdy a formou mělkého hypodermického odtoku odtéká. Rychlá transformace je způsobena preferenčním prouděním celou vadózní zónou, které může být doprovázeno nestabilitou hydraulických charakteristik (Císlerová, 2005).

### 7.2.1. Charakteristika průtoků v povodí

Místa měření průtoku uváděná v dokumentech Povodí Labe i povodňové služby ČHMÚ zahrnují devět stanic, kterými jsou Harrachov, Dolní Štěpánice, Dolní Sytová, Železný Brod, Jablonec nad Jizerou, Josefův Důl, Plavy, Souš a Bělá. Tyto stanice doplňují stanice aktuálního měření průtoku povodňové služby ČHMÚ, které jsou: Bohuňovsko-



Jesenný (Kamenice), Jizerka (Jizerka) a Slaná (Oleška). Pro úplnost ještě doplňme stanice Jezdecká (Černá Desná) a Kristiánov (Kamenice) měřící sucho.

*Tab. 7. Charakteristika hlásných profilů v povodí horní Jizery dle ČHMÚ*

<b>Tok</b>	<b>Název stanice</b>	<b>Provozovatel</b>	<b>Kategorie</b>
Mumlava	Harrachov	MěÚ Harrachov	B
Jizera	Jablonec nad Jizerou	ČHMÚ Praha	A
Jizera	Dolní Sytová	ČHMÚ Praha	B
Jizera	Železný Brod	ČHMÚ Praha	A
Jizerka	Dolní Štěpánice	ČHMÚ Praha	B
Oleška	Bělá	OÚ Bělá u Libštátu	B
Kamenice	Josefův Důl	Povodí Labe HK	B
Kamenice	Plavy	Povodí Labe HK	B
Černá Desná	Souš	Povodí Labe HK	B

ČHMÚ provádí pozorování ve vrcholové části Jizerských hor na 7 malých povodích o ploše 1,87 - 10,6 km<sup>2</sup> a 4 z nich jsou odvodňována do povodí Labe. Všechna povodí jsou vybavena záznamovými přístroji vodních stavů a celkově je na nich také nainstalováno 22 ombrogramů pro měření srážek.

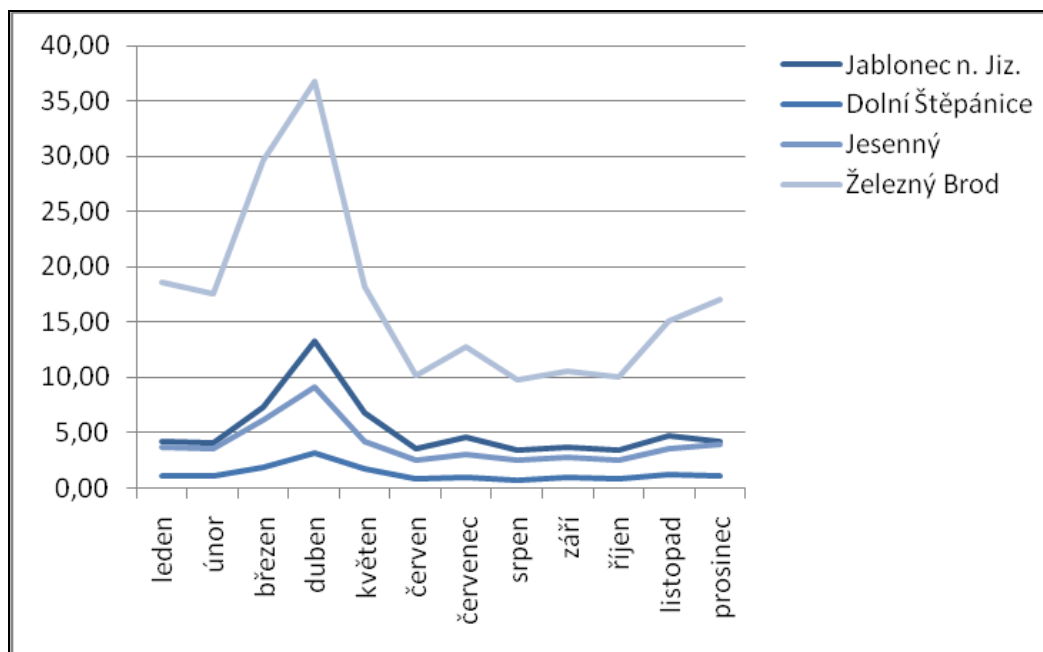
*Tab. 8. Měsíční průměrné průtoky ve vybraných stanicích za období 1980 až 2010*

	<b>Jablonec n. Jiz.</b>	<b>Dolní Štěpánice</b>	<b>Jesenný</b>	<b>Železný Brod</b>
<i>leden</i>	4,22	1,14	3,72	18,63
<i>únor</i>	4,09	1,15	3,51	17,60
<i>březen</i>	<b>7,29</b>	<b>1,81</b>	<b>6,09</b>	<b>29,69</b>
<i>duben</i>	<b>13,27</b>	<b>3,14</b>	<b>9,19</b>	<b>36,72</b>
<i>květen</i>	<b>6,82</b>	<b>1,80</b>	4,22	18,22
<i>červen</i>	3,54	0,84	2,47	10,24
<i>červenec</i>	4,63	1,02	3,06	12,77
<i>srpen</i>	3,49	0,71	2,56	9,82
<i>září</i>	3,75	0,93	2,73	10,52
<i>říjen</i>	3,38	0,86	2,51	10,10
<i>listopad</i>	4,67	1,18	3,50	15,08
<i>prosinec</i>	4,20	1,15	3,95	17,03

Chod odtoku vody z povodí nám pomůže vyjádřit měsíční průměrný průtok ve vybraných stanicích za posledních třicet let (1980 - 2010). Jde o dvě stanice na Jizeře, kterými jsou Železný Brod a Jablonec nad Jizerou, stanice v Jesenném na Kamenici a Dolních Štěpánicích na Jizerce. Data pro zpracování výsledku byla získána od ČHMÚ, pobočky Praha, a jejich výsledky jsou popsány níže a znázorněny v přehledné tabulce a grafu.

Společným jmenovatelem všech profilů je nejvyšší dosahovaný průměrný průtok v měsíci dubnu. Ve všech profilech jsou celkové průměrné hodnoty za 30 let i více než dvakrát vyšší než u většiny ostatních měsíců. V Jablonci nad Jizerou činí dubnový průměr z těchto let 13,27 m<sup>3</sup>/s, v Jesenném 9,19 m<sup>3</sup>/s, Železném Brodě 36,72 m<sup>3</sup>/s a Dolních Štěpánicích 3,14 m<sup>3</sup>/s. Všechny profily se zároveň shodují na druhém nejvodnatějším měsíci, kterým je březen. Tento fakt bezesporu souvisí s obvyklým táním sněhu, které zvyšuje vodní stavy v korytech řek právě v těchto měsících. O něco vyšší průměrné průtoky se dají pozorovat také v zimních měsících, a to zejména v lednu a prosinci, nicméně se nejedná o závratné rozdíly. Zde je křivka mezi letním a zimním obdobím viditelně rozdílná hlavně v profilu Železný Brod, tedy na nejdolnějším ze všech.

*Graf 2. Znázornění rozložení průtoku během roku za období 1980 až 2010*



Nejvyšší průměrný měsíční průtok ve stanici Železný Brod v období 1980 - 2010 byl v dubnu roku 1987 a měl hodnotu 86,1 m<sup>3</sup>/s. Na tomto příkladu můžeme vidět, že vysoký průtok za celý měsíc se nemusí shodovat s měsícem, ve kterém bylo území postiženo povodněmi. V březnu 2000, kdy byl v Železném Brodě největší kulminační průtok za celé období (555 m<sup>3</sup>/s), dosáhl celoměsíční průměr hodnoty 66,0 m<sup>3</sup>/s.

Nejnižší průměrné průtoky připadají na měsíce letní. Zde se opět zkoumané profily shodují, a to na měsíci srpnu, jen profil v Jesenném disponuje ještě o něco slabším průtokem hned ve dvou měsících, a to červnu a říjnu. Rozdíly ovšem nejsou nijak závratné. V zásadě se dá za průtokově nejslabší období považovat tříměsíční šňůra od srpna do října. Největším rozdílem mezi nejvodnatějším a nejméně vodnatým měsícem disponuje profil Dolní Štěpánice, který má celkově nejnižší průtok.

Lze tedy o průtoku říci, že po průměrném lednu a únoru nastává zlomový bod v měsíci březnu, kdy se průtoky výrazně zvedají a vrcholí v průběhu dubna. Poté nastává opět zásadní pokles, který v zásadě pokračuje až do konce roku, kdy se hodnoty od listopadu opět jemně zvedají. Za zmínku stojí ještě mírné zvýšení průměrných průtoků v červenci, které pravděpodobně souvisí s obvyklými krátkodobými intenzivními srážkami a s nimi souvisejícími letními povodněmi.

Další kritérium, které již méně vypovídá o odtokových poměrech území, ale poskytuje dobré srovnání s průměrnými měsíčními hodnotami, je kulminační průtok jednotlivých měsíců. Pro představu uvedme alespoň nejvyšší hodnoty pro jednotlivé profily. V letech 1980 - 2010 zažil Jablonec nad Jizerou nejvyšší kulminační průtok 7. 8. 2006, jenž měl hodnotu 245 m<sup>3</sup>/s. V Železném Brodě byl dosažen nejvyšší průtok 9. 3. 2000 (555 m<sup>3</sup>/s), následovaný 13. 8. 2002 (433 m<sup>3</sup>/s) a 7. 6. 2006 (395 m<sup>3</sup>/s). Povšimněme se, že obě stanice leží na Jizeře, ale na největším dosaženém průtoku se neshodují. V Dolních Štěpánicích i Jesenném byly nejvyšší kulminační průtoky zaznamenány opět stejného dne roku 2000. V Dolních Štěpánicích měl hodnotu 30,9 m<sup>3</sup>/s a v Jesenném 169 m<sup>3</sup>/s.

### **7.2.2. Srovnání chodu srážek a odtoku**

Při porovnání ročního chodu srážek s odtokem je na první pohled patrný rozdíl v jarním období. Zásadním měsícem je z pohledu zvýšených průtoků v korytech řek duben, zatímco srážkově jde o nejslabší měsíc. Když ovšem vezmeme v úvahu srážkově

významné zimní měsíce, ve kterých se voda v podobě sněhu udržuje v území, je výrazné zvýšení průtoků na jaře logické. V rámci povodní je nebezpečné zejména rychlé tání sněhu způsobené náhlým zvýšením teplot v kombinaci s deštěm.

Červenec a srpen jsou srážkově obecně silné, kdežto průtoky v porovnání s dubnem nebo březnem stále nízké. Zde je podstatné to, že se v létě více projevuje výpar a srážky jsou spíše nárazové, ač extrémní. Ostatní měsíce nevykazují závratné rozdíly mezi srážkami a průtoky, naopak se shodují na zvýšených hodnotách během zimy a nízkých limitech během září a října.

## 8. ANALÝZA POVODNÍ

Kapitole analýzy povodní je věnováno nejvíce prostoru a je základním kamenem celé práce. Již několikrát se v celém nebo dílčích povodích Jizery opakovaly povodně s katastrofickými následky, a právě ročníky s nejvýznamnějšími hydrologickými jevy jsou níže podrobně charakterizovány. Většinou je rovněž přiloženo hodnocení úrovně hlásné povodňové služby, výstrah a povodňových komisí a způsobené škody.

Dokument protipovodňové ochrany Povodí Labe uvádí, že na horním toku Jizery je smíšený režim, tzn., že se mohou vyskytovat významné letní i zimní povodňové vlny. Příčinou regionálních povodní letního typu je zesílení srážkové činnosti vlivem návětrných efektů Jizerských hor, Krkonoš a Orlických hor (např. červenec 1997), zimní povodně vznikají táním sněhu v horských a podhorských oblastech za situací teplého jihozápadního proudění (např. březen 2000).

Drtivá většina zmíněných povodní přitom patří mezi povodně letního typu, tedy vzniklé výjimečnými srážkovými úhrny. Ačkoli se v povodí vyskytovaly i povodně jarní (2000), vzniklé odtáváním sněhu v kombinaci s dešťovými srážkami, pro horní povodí Jizery jsou charakterističtější a významnější povodně letní. Jak již bylo v úvodu zmíněno, odtávání sněhu v jarních měsících se více odráží v dolních tocích řek.

Vzhledem k nedostatku podrobných informací o povodňových situacích staršího data je věnována pozornost převážně novodobým povodním, tj. od roku 2000 po rok 2010. Jednoznačně největší povodeň na Jizeře po Železný Brod v tomto období připadá na březen roku 2000, celkovým rozsahem přesahující i tu z roku 1978. Vedle těchto dvou nejvýznamnějších povodní stojí za charakterizování velká voda z let 2002 a 2006.

Mezi povodně před rokem 2000 řadíme hlavně ty způsobené extrémními dešťovými srážkami v letním období. První zmiňovanou povodní je povodeň z roku 1858. I když bychom se dopátrali mnohem starších ročníků, kdy se tyto jevy na tocích vyskytly, informace o nich jsou velmi strohé a například pro porovnání se současnými povodněmi obtížně nepoužitelné. Relevantnější informace máme v tomto směru od roku 1897. Krom základní charakteristiky těchto povodní zahrnujeme také mimořádnou událost z roku 1916, kdy se protrhla vodní nádrž Bílá Desná.

Tab. 9. N-leté průtoky hlavních profilů v povodí (<http://www.pla.cz/>)

Profil	Vodní tok	Q <sub>a</sub>	N-leté průtoky (m <sup>3</sup> /s)					Q <sub>100</sub> /Q <sub>1</sub>
			Q <sub>1</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	
Harrachov	Mumlava	1,0	13,8	34,3	46,0	79,5	97,0	7,0
Jablonec n. Jiz.	Jizera	5,7	80,0	162,0	203,0	310,0	362,0	4,5
Dolní Štěpánice	Jizerka	1,4	18,0	43,7	58,0	99,0	120,0	6,7
Dolní Sytová	Jizera	8,9	113,0	219,0	270,0	401,0	462,0	4,1
Bělá	Oleška	1,0	17,2	40,7	53,6	89,7	108,0	6,3
Josefův Důl	Kamenice	0,8	15,6	38,7	51,6	88,8	108,0	6,9
Souš	Černá Desná	0,5	14,0	35,3	47,5	82,6	101,0	7,2
Plavy	Kamenice	3,8	51,0	112,0	144,0	230,0	273,0	5,4
Železný Brod	Jizera	16,6	170,0	325,0	400,0	590,0	680,0	4,0

Tab. 10. Limity stupňů povodňové aktivity pro vybrané profily v povodí (ČHMÚ)

Profil	Tok	1. SPA	2. SPA	3. SPA
Železný Brod	Jizera	220 cm	310 cm	370 cm
Jablonec n. Jiz.	Jizera	150 cm	180 cm	210 cm
Dolní Sytová	Jizera	180 cm	240 cm	320 cm
Dolní Štěpánice	Jizerka	140 cm	156 cm	190 cm

Tab. 11. Významné povodňové stavy ve vybraných profilech na základě ČHMÚ a PLA

Profil	Vodní tok	Vodní stav	Průtok (m <sup>3</sup> /s)	N-letost	Datum
Harrachov	Mumlava	256 cm	61	5	7. 8. 2006
Jablonec nad Jiz.	Jizera	437 cm	245	20	7. 8. 2006
		377 cm	202	10	13. 8. 2002
		299 cm	161	5	21. 7. 2001
		286 cm	140	2 až 5	9. 3. 2000
Dolní Štěpánice	Jizerka	220 cm			29. 5. 1941
Dolní Sytová	Jizera	358 cm			9. 8. 1978
		339 cm	280	10	7. 8. 2006
Železný Brod	Jizera	534 cm			9. 8. 1978
		518 cm	555	50	9. 3. 2000
		476 cm	395	10	7. 8. 2006
		457 cm	433	10 až 20	13. 8. 2002
Plavy	Kamenice	145 cm	135	5	7. 8. 2006

## **8.1. Povodně před rokem 2000**

Pokud není uvedeno jinak, informace o těchto povodních jsou čerpány z publikace Extrémní denní srážkové úhrny na území ČR v období 1879 - 2000 a jejich synoptické příčiny (Štekl, Brázdil, kol., 2001).

### **8.1.1. 1. - 2. srpen 1858**

Podle některých pramenů jedna z doposud největších extrémních povodní, vyvolaná vytrvalými čtyřdenními srážkami v Jizerských horách. Zasažena byla Kamenice a Jizera, i když větší rozsah měla pravděpodobně velká voda na severních svazích hor, tzn. v povodí Lužické Nisy a Smědé. Přesné hodnoty naměřených srážek a dosažených průtoků bohužel nemáme (Lhotský, 1963).

### **8.1.2. 29. července 1897**

Neobyčejně silným deštěm byly postiženy hlavně výše položené části Krkonoš a Jizerských hor, když se nad střední Evropou vytvořila rozsáhlá oblast nižšího tlaku vzduchu. Do historie nejen českých, ale i evropských statistik, se zapsal tento den naměřenými srážkami za 24 hodin. Doposud nebyl překonán rekord, který drží Nová Louka (780 m) v Jizerských horách s denním úhrnem srážek o hodnotě 345,1 mm. Také na dalších místech byly srážkové úhrny extrémní: 300 mm na Jizerce nebo 239 mm na Sněžce. Není tedy divu, že za těchto podmínek vznikla extrémní povodňová situace. Nejvyšší vodní stavy byly dosaženy na Kamenici v Josefově Dole a Mumlavě v Janově-Harrachově (100letá voda). Jizera se v Železném Brodě dostala na úroveň 50leté vody a stejně tak ve Vilémově. Povodeň se nevyhnula ani Bílé Desné a Černé Desné.

Škody způsobené povodní v tomto roce v povodí Černé a Bílé Desné a Kamenici činily jen v Tanvaldském soudním okrese 1,1 milionu zlatých korun, v Jabloneckém 460 000 zlatých korun. Mnohem větší škody způsobila Jizera. Jen v Kořenově činily škody 1,38 milionu zlatých (Žák, 2006).

Dokument protipovodňové ochrany Povodí Labe uvádí, že právě katastrofální povodeň v roce 1897 v Jizerských horách vyvolala nutnost ochrany lidnatých územních celků s průmyslovými oblastmi. V letech 1910 až 1918 byly vybudovány nádrže na přítocích Kamenice- Bílé Desné (protržené v roce 1916) a Černé Desné (Souš).

### 8.1.3. 3. - 5. července 1958

Množství tehdy spadlých srážek činilo např. u Bedřichovské přehrady téměř 300 mm za 48 hodin (153,2 mm/3. července), přičemž převážná část těchto srážek spadla v noci z 3. na 4. 7. a 4. 7. dopoledne. Způsobené povodňové škody byly veliké.

Na Kamenici v Josefově Dole dosáhla povodeň úrovně 50leté vody. Extrémní srážky v tomto období ale opět způsobily větší povodně na povodí Lužické Nisy (až 100leté).

### 8.1.4. 9. srpna 1978

Povodeň byla jednou z největších ve zkoumaném povodí. Stoletá voda na Jizeře vznikla extrémními letními srážkami a způsobila rozsáhlé škody. Nejvýrazněji se projevila v podhorské oblasti, kde stoleté vody dosáhla na profilu v Železném Brodě, padesátileté vody ve Vilémově a v Dolní Sytové. Na Kamenici dosáhla povodeň třicetileté doby opakování v Bohuňovsku-Jesenném.

Nejvyšší hodnoty pozorovaných srážek z 8. srpna připadají na Josefův Důl (206,8 mm), Desnou, Souš (191,8 mm), Kořenov, Jizerku (187,5 mm), Smržovku (173,5 mm). Škody povodní přesáhly 100 mil. korun a došlo k zaplavení mnoha objektů.

*Obr. 12. Rozvodněná Jizera v Železném Brodě v srpnu 1978 (foto vlastní)*





Mezi další data, která se pojí s významnými hydrologickými situacemi v povodí horní Jizery, patří například 3. 8. 1888, kdy bylo dosaženo v Železném Brodě 50leté povodně a na Jizerce bylo naměřeno 165 mm srážek za 24 hodin; dále roky 1915, 1941.

#### **8.1.5. Katastrofa na Bílé Desné 18. září 1916**

Přehrada na Bílé Desné byla projektována jako sypaná zemní hráz, neboť skála, na které by se dala postavit gravitační hráz, byla příliš hluboko. Při budování byla zemina v tělese hráze vždy po navršení 40 cm zhutňována válcováním. Výpustní štola s věží byla opatřena proti sedání uložením na betonový rošt. Výpustní potrubí ve štole mělo průměr 80 cm a bylo na jednom konci uzavíratelné ze šoupátkové věže a na druhém konci ze šoupátkové komory na vzdušné straně hráze. Délka hráze v koruně byla 172,8 m, šířka 5,2 m v koruně a 54 m v základu. Objem nádrže byl 400 000 m<sup>3</sup>, při protržení 260 000 m<sup>3</sup> (<http://www.jizerky.eu/index.php>).

Zbylý popis pochází od Žáka (2006). Protržení přehrady na Bílé Desné je doposud největší katastrofou tohoto druhu u nás. Vodní nádrž neměla možnost podruhé prokázat svoji opodstatněnost poté, co se jí to podařilo v červenci 1915, kdy zadržela vody z letních příválových dešťů, ještě před kolaudací konanou téhož roku 18. listopadu. Za deset měsíců v pondělí 18. září 1916 se při nadržení 290 000 m<sup>3</sup> vody v odpoledních hodinách hráz protrhla.

Nejvíce postiženou obcí byla Desná ležící asi 100 výškových metrů pod přehradou. Valící se voda a dřevo zničily v obci 33 domů, dalších 69 poškodily, o život přišlo 62 lidí a dalších 307 bylo bez přístřeší.

Z dnešního pohledu byla jednou z příčin havárie hráze na Bílé Desné absence řádného geotechnického průzkumu a z toho vyplívající chyba projektu, který nevzal v úvahu velkou mocnost stlačujících se vrstev pod tělesem hráze, jejich nepříjemnou propustnost a příliš velký hydraulický spád vody. Projekt měl z hlediska dnešních požadavků řadu dalších nedostatků. K porušení hráze s tak velkým hydraulickým gradientem a propustností podloží by však muselo dojít v každém případě, a to i kdyby bylo její zemní těleso perfektně zhutněné a ostatní vady projektu neexistovaly.

Z pozorování způsobů projektování, realizace a kontroly provozních funkcí hrází Josefův Důl a Bílá Desná, které jsou obě stejného typu a ve stejných geologických podmínkách, je

také zřejmý obrovský pokrok, jaký přehradní stavitelství a geotechnika udělaly za 90 let. Dnes je jisté, že podobná katastrofa jako v roce 1916 na Bílé Desné by se již v současnosti, při zachování všech známých zásad geotechniky, nemohla opakovat.

*Obr. 13. Pozůstatky protržené přehrady na Bílé Desné v Jizerských horách*

*(<http://www.panoramio.com/>)*



## **8.2. Povodeň v březnu 2000**

### **8.2.1. Úvod**

Jedna z největších povodní na Jizeře v historii vybočuje z řad největších povodní tím, že nevznikla v červenci nebo srpnu, ale v březnu. Následující analýza je převzata ze souhrnné zprávy o povodni v březnu 2000 v uceleném povodí Labe (<http://www.pla.cz/>).

Krajně nepříznivá kombinace hned několika klimatických faktorů, kterými byly vysoká teplota vzduchu, vysoký úhrn dešťových srážek a silný vítr, způsobila velmi rychlé odtávání sněhové pokrývky v Jizerských horách, Krkonoších a jejich podhůří. To bylo příčinou vzniku extrémních povodní na Jizeře tohoto roku. Rychlost nástupu povodně a její mohutnost měla na stav toků a přilehlá území devastační účinek. Celkový rozsah škod překročil 3 miliardy Kč (na celém povodí Labe).

### **8.2.2. Meteorologická situace**

Počátkem března postupovaly přes naše území v silném řídícím západním až severozápadním proudění frontální systémy ze severního Atlantiku, které přinášely střídavě dešťové a sněhové srážky v nížinách a podhůří. Ve vyšších polohách, kde v tomto období zůstávala teplota vzduchu po celý den pod bodem mrazu, byly srážky pouze sněhové. Ve dnech 3. až 5. března byla podhůří Jizerských hor a Krkonoš zasažena mimořádně vydatným sněžením, tudíž se zde vytvořila sněhová pokrývky o síle několika decimetrů.

Dne 8. března přešla přes naše území teplá fronta spojená s velmi vydatnými srážkami, výrazným oteplením a silným větrem. Nejvydatnější srážky, které byly i v nejvyšších horských oblastech dešťové, byly ještě při silném větru podstatně zesíleny na návětrných svazích hor. Nejvyšší třídenní úhrny srážek (7. 3. - 10. 3.) byly naměřeny ve stanicích VD Labská v Krkonoších- 150,2 mm a Desná-Souš v Jizerských horách- 130,3 mm.

Velikost odtoku vody z dešťových srážek byla ještě velmi výrazně zvětšena o vodu z rychle tajícího čerstvého sněhu, převážně ve středních horských oblastech a v podhůří. Například ve stanici Desná-Souš se uvolnilo ve dnech 7. - 10. března z tajícího sněhu 110,0 mm vody. K mimořádně rychlému tání sněhu přispěl velkou měrou silný teplý

západní vítr, který měl v horských oblastech rychlost až kolem 20 m/s. Teploty vzduchu dosahovaly v nižších polohách ve dne hodnot 10 až 14 °C a v noci 10 až 8 °C. V horách byla pozorována denní maximální teplota kolem 8 °C a minima 4 °C.

*Tab. 12. Průměrné hodnoty srážek, tání a odtokových výšek uvedených vodoměrných stanic v období od 6. - 13. 3. 2000 podle ČHMÚ*

<b>Tok</b>	<b>Stanice</b>	<b>Výška srážek (mm)</b>	<b>Tání (mm)</b>	<b>Odtoková v. (mm)</b>
Jizera	Jablonec n. Jiz.	109	50	115
Jizerka	Dolní Štěpánice	125	57	136
Jizera	Dolní Sytová	110	53	111
Oleška	Slaná	59	19	43
Kamenice	Jesenný	111	62	139
Jizera	Železný Brod	95	44	97

### 8.2.3. Hydrologická situace

Vzhledem k tomu, že již po řadu dní před začátkem povodně bylo prakticky celé území naší republiky pod vlivem západního proudění s četnými srážkami, byla nasycenost povodí vodou poměrně velká a průtoky ve vodních tocích se pohybovaly převážně v rozmezí odpovídajícím 30 až 90 denním průtokům. Nižší průtoky byly ovšem v horských a podhorských částech (např. Jizera v Jablonci nad Jizerou-  $Q_{120d}$ ).

Jednalo se o tzv. zimní či jarní typ povodní, vyvolaný táním sněhu v kombinaci s dešťovými srážkami. Jak je pro tento typ povodní charakteristické, byly povodňovými průtoky nejvíce zasaženy vodní toky ze středně vysokých horských oblastí a podhůří. Ačkoli šlo o jednu z největších povodní v území v novodobé historii, tak byla povodňová vlna na dolním toku Jizery nebo horním Labi ještě větší (až 200 let).

Povodňový průtok, který tato situace vyvolala, měl na Jizeře největší vodnost v úseku Železný Brod - ústí do Labe, a to s dobou opakování 50 až 100 let. U přítoků Jizery byla naměřena nejvyšší vodnost na úrovni  $Q_{10-20}$  ve stanici Jesenný na Kamenici. Dále byla kritická oblast kolem Vysokého nad Jizerou v povodí Vošmendy a v okolí Jilemnice v povodí Jizerky.

Největší povrchový odtok vody byl v podhůří Jizerských hor. V nejvyšších místech povodí Jizery byla vodnost povodňového průtoku relativně nízká (Jablonec nad Jizerou  $Q_{2-5}$ ), ale dále po směru toku výrazně stoupala (Dolní Sytová -  $Q_{5-10}$ , Železný Brod -  $Q_{50}$ ).

Mnohem delší dobu opakování, než dosáhla velikost kulminačního průtoku, však měla v tomto případě velikost objemu povodňové vlny. Svědčí o tom to, že došlo k zatopení rozsáhlých inundačních území podél celého středního i dolního úseku toku a přitom extrémní velikost kulminačního průtoku se prakticky vůbec nezmenšila (Předměrice nad Jizerou -  $Q_{50}$ ).

Pro srovnání: při povodni v srpnu 1978 kulminoval povodňový průtok v Železném Brodě ještě o 16 cm výše, než tomu bylo letos v březnu. Avšak naproti tomu v dolní části toku v Mladé Boleslavi v profilu Rožátov tentokrát kulminoval vodní stav téměř o 100 cm výše, než roku 1978. V roce 1978 se jednalo o povodeň letní, způsobenou velmi intenzivním deštěm nad územím Jizerských hor, která měla podstatně menší objem, než tato zimní povodeň, která byla umocněná intenzivním táním sněhu.

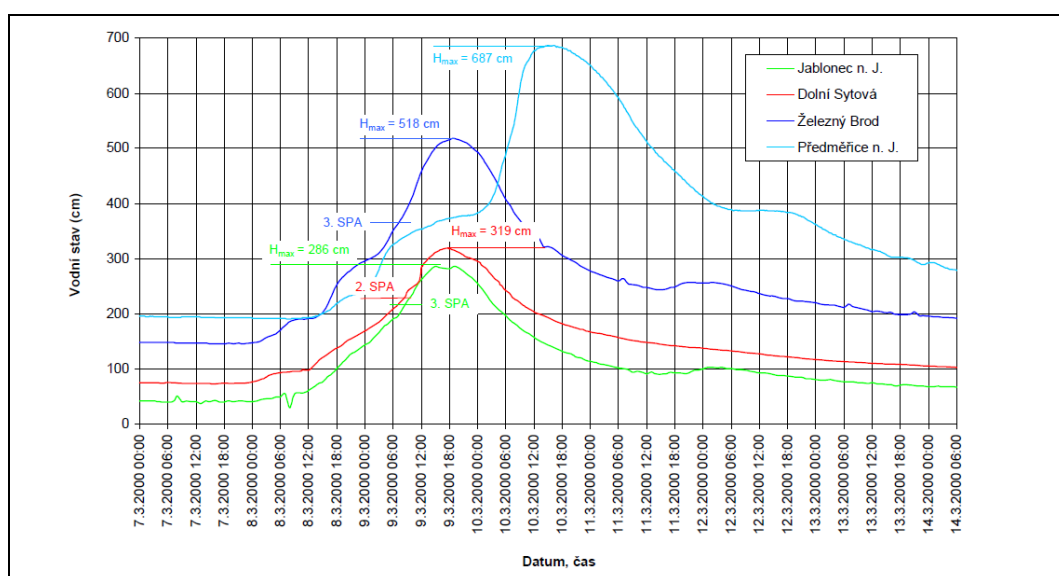
Přehradní nádrže Josefův Důl a Souš mají svá povodí v nadmořské výšce nad 700 m, kde měl povrchový odtok podstatně menší intenzitu, než tomu bylo v podhůří. Přítok do obou nádrží kulminoval na hodnotě cca  $Q_2$  a odtok z nádrží byl snížen pod  $Q_1$  (Josefův Důl- 4 m<sup>3</sup>/s, Souš- 11 m<sup>3</sup>/s). Hladiny vody v nádržích zůstaly i po zachycení povodňového průtoku v zásobním prostoru.

V době nástupu povodňových stavů byly navíc zásobní prostory přehradních nádrží Povodí Labe částečně předvypuštěny (Josefův Důl - 1,5 m, Souš - 1 m). Toto opatření bylo provedeno již v druhé polovině února, a to preventivně, s ohledem na poměrně velkou zásobu v horských i podhorských oblastech a blížící se konec zimního období. Na základě upozornění ČHMÚ ze dne 7. a 8. března na očekávané vydatné dešťové srážky spojené s táním sněhu a s možností dosažení 1. a 2. SPA, se již další předvypouštění z nádrží neprovádělo.

Tab. 13. Maximální vodní stavy a průtoky ve vybraných profilech při povodni 2000

Tok	Profil	Plocha povodí (km <sup>2</sup> )	Datum	Čas	Stav (cm)	Průtok (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Doba opakování (roky)
Jizera	Jablonec n. Jiz.	180,99	9.3.	15:00	286	140	2 až 5
Jizerka	Dolní Štěpánice	44,86	9.3.	18:00	220	31	2 až 5
Jizera	Dolní Sytová	321,4	9.3.	17:00	319	250	5 až 10
Oleška	Slaná	168,92	9.3.	20:00	257	46,6	2 až 5
Kamenice	Jesenný	179,76	9.3.	15:00	248	170	10 až 20
Jizera	Železný Brod	791,02	9.3.	19:00	518	555	50

Graf 3. Průběh vodních stavů na Jizeře při povodni 2000 (<http://www.pla.cz/>)



#### 8.2.4. Povodňové záchranné a zabezpečovací práce

V povodí Jizery byly povodní nejvíce zasaženy města a obce na Jizeře na 140 km dlouhém úseku od Jablonce nad Jizerou až po Brandýs nad Labem. Dále to pak byly obce na přítocích Jizery, které odvádějí vodu z Jizerských hor a Krkonoš a jejich podhůří (Jizerka, Oleška, Kamenice, Libuňka, Žehrovka, Mohelka a mnoha dalších drobných vodních toků). Aktivizace okresních povodňových orgánů proběhla vesměs již při nástupu povodňové vlny 8. 3. během odpoledne (Semily, Jablonec nad Nisou).

Okres Semily: náhradní zásobování pitnou vodou bylo nutné zabezpečovat v Rokytnici nad Jizerou a v Jablonci nad Jizerou. V Semilech, které jsou nad ústím Kamenice do Jizery, měla povodňová vlna vodnost  $Q_{10-20}$  a nezpůsobila zde žádné významné problémy. Celkem bylo na okrese Semily zatopeno 145 obytných domů a několik desítek objektů podnikatelských subjektů. Evakuování obyvatel nebylo nutné provést. Na území okresu došlo také k několika sesuvům zeminy ze zvodněných svahů. Během povodně bylo vydáno Nařízení okresního úřadu č. 2/2000 k vyhlášení stavu ohrožení a Příkaz přednostky okresního úřadu Semily, který ukládá povinnost poskytnout osobní a věcnou pomoc při odstraňování povodňových následků.

V rámci uceleného povodí Labe byl okres Semily jediným, kde došlo k ztrátám na lidských životech (zemřel jeden muž a jedna žena následkem utonutí).

Na území okresu Jablonec nad Nisou byl povodní nejvíce zasažen Železný Brod. Ve městě bylo zatopeno velké množství obytných domů, sportovní areál s fotbalovými hřišti nebo tenisové kurty a koupaliště. Zatopeny byly též objekty firmy Železnobrodské sklo a řada dalších firem. Městská povodňová komise musela zabezpečovat mimo jiné také evakuaci dvou mateřských školek. Na okrese došlo i ke znečištění některých zdrojů pitné vody. Evakuace obyvatelstva nebyla nutná.

Vzájemné předávání aktuálních hydrologických a meteorologických dat a předpovědí dalšího vývoje mezi vodohospodářským dispečinkem Povodí Labe a centrálním předpovědním pracovištěm ČHMÚ v Praze a pobočkou ČHMÚ v Hradci Králové fungovalo velmi dobře.

Významným přínosem bylo výrazné zvýšení počtu automatizovaných limnigrafických a srážkoměrných stanic včetně přenosu dat. Proto pro posouzení a vyhodnocení aktuální situace a zpracování předpovědi jejího dalšího vývoje bylo k dispozici podstatně více dat, než tomu bylo dříve. To se dále projevilo příznivě na kvalitě vydávaných předpovědí očekávaného vývoje průtoků, které byly blízké skutečnému průběhu. Předpověď průběhu povodňové vlny v profilu Železný Brod vydaná ČHMÚ odpovídala velikostí kulminačnímu stavu hladiny i času kulminace dosažené ve skutečnosti. Ovšem předpověď velikosti kulminačního průtoku a čas jeho postupu v dolní polovině Jizery již tak přesná nebyla.



Informování o aktuálních vodních stavech z povodňových hlásných profilů, kde odesílateli zpráv jsou městské nebo obecní úřady, ovšem v celém průběhu březnové povodně až na světlé výjimky vůbec nefungovalo.

*Tab. 14. Povodňové škody na majetku v rámci okresů po povodni v roce 2000 (v mil. Kč)*

<b>Okres</b>	<b>stát</b>	<b>obce</b>	<b>podnik. subj.</b>	<b>občané</b>	<b>celkem</b>
Semily	78	66	78	21	243
Jablonec n. Nisou	49	105	?	?	154
Liberec	?	4	33	2	39

*Obr. 14. Rozvodněná Jizera v Železném Brodě dne 9. 3. 2000*

*(zdroj: městský úřad Železný Brod)*





## **8.3. Povodeň v srpnu 2002**

### **8.3.1. Úvod**

Letní povodeň v tomto roce byla způsobená velmi vydatnými srážkovými úhrny. Analýza je převzata ze souhrnné zprávy o povodni leden - březen 2002 v uceleném povodí Labe (<http://www.pla.cz/>) a z analýzy povodní v srpnu 2002 vydanou ČHMÚ (<http://www.chmi.cz/>). I když byly srpnové povodně v rámci Čech extrémní, v povodí horního a středního Labe byly srážkové úhrny mnohem menší než např. v jižních Čechách, tudíž tato oblast patřila mezi klidnější.

### **8.3.2. Meteorologická situace**

Na území Čech začala celá situace již 6. srpna, kdy se oblast nízkého tlaku vzduchu z Alp přesouvala k našemu území. Tato první etapa ovlivňovala počasí jen v jižních Čechách.

Další tlaková níže se vytvořila 10. 8. nad Apeninským poloostrovem a se svým frontálním systémem začala postupovat k severu. Pásmo intenzivních srážek se s postupem tlakové níže zvolna přesouvalo k východu a v noci na úterý 13. 8. se rozšířilo i nad zbytek Čech a v průběhu dne i nad západní a střední Moravu. Právě ve dnech 11. - 13. srpna byly srážky převyšující 100 mm i v Krkonoších a Jizerských horách. Proto je tato perioda významná. Pršet začalo dne 11. srpna ve večerních hodinách, nejprve mírně, od nočních hodin 12. srpna již intenzivně. Déšť ustal v ranních hodinách dne 14. srpna.

Srážkové situaci předcházelo v Jizerských horách poměrně suché období a ani ve dnech 6. - 7. srpna se zde nevyskytly mimořádné srážky. Půda nebyla nijak nasycena, což příznivě ovlivnilo odtokové poměry a extrimita povodně byla výrazně menší, než extrimita srážek.

Dne 12. srpna napršelo v experimentálních povodích ČHMÚ 34 - 76 mm srážek, dne 13. srpna 151 - 278 mm srážek. 13. 8. a 14. 8. spadly nejvyšší srážky z celé ČR právě v Jizerských horách, 13. 8. až 280 mm. Nejintenzivnější srážky byly v odpoledních hodinách (stanice Josefův Důl 13. 8. od 12 do 18 hodin- 76 mm). Maximum 13. srpna naměřila stanice Knajpa v Jizerských horách, a to přesně 278 mm.

Celkem od 11. do 13. srpna spadlo ve vrcholových partiích 200 - 350 mm, v podhůří 130 - 200 mm, na polské straně hor 200 - 230 mm srážek. Kromě tří lokalit byly všude v experimentálních povodích zaznamenány dvoudenní srážky vyšší než 200 mm (na Knajpě a Smědavské hoře 354 a 336 mm).

*Tab. 15. Denní úhrny srážek ve vybraných profilech při povodni 2002*

Stanice	11.8.	12.8.	13.8.	Celkem
Jablonec n. Jiz.	6,6	23,6	39	69,2
Dolní Sytová	3,3	18,2	24,7	46,2
VD Josefův Důl	7,1	67,1	200,4	274,6
VD Souš	7,4	27,9	133,4	168,7

### 8.3.3. Hydrologická situace

Při porovnání průtoků v celém toku je zcela zřejmé, že příčinné srážky povodně spadly především v horských oblastech povodí. V horním úseku (Jablonec nad Jizerou) kulminoval průtok při  $Q_{10}$ , v profilu Dolní Sytová poklesla vodnost na méně než  $Q_{10}$ . V profilu Železný Brod dosáhla vodnost povodně hodnoty  $Q_{10-20}$ . Maximální průtok v Železném Brodě 433 m<sup>3</sup>/s se vlivem rozlivů a transformace v záplavovém území změnil na 261 m<sup>3</sup>/s v Bakově nad Jizerou ( $Q_{2-5}$ ). Nejvyšších vodních stavů bylo v povodí dosaženo 13. srpna.

**Dílčí povodí Kamenice:** Na přítoku do nádrže Josefův Důl dosáhl průtok hodnoty mezi  $Q_{10}$  a  $Q_{20}$  a na odtoku z nádrže  $Q_2$ . Velkým odtokem z mezipovodí byl však v měrném profilu v Plavech opět na hodnotě  $Q_{10}$ .

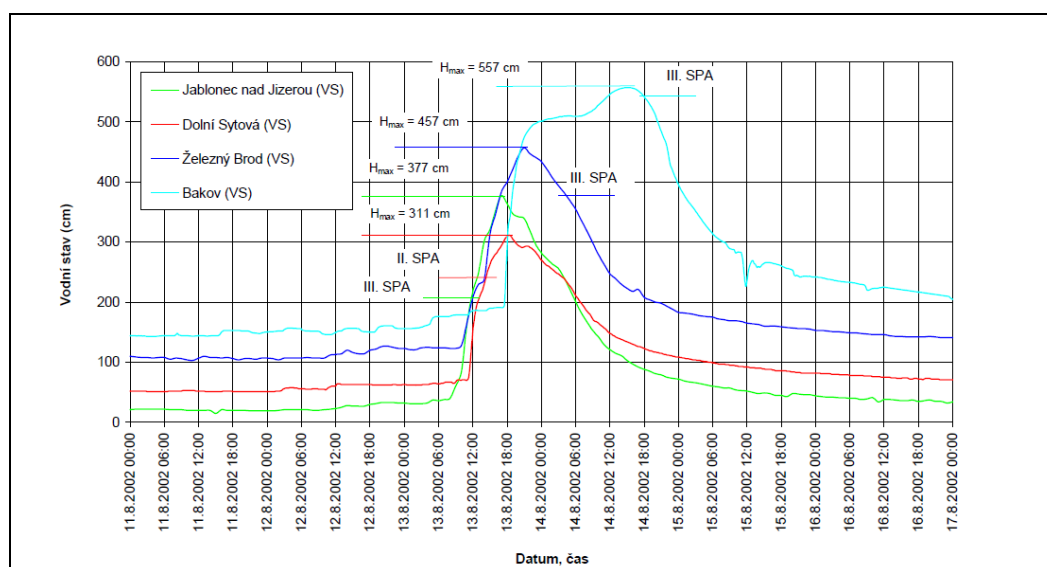
**VD Josefův Důl:** V době zasažení povodí nádrže srážkami byla hladina vody v nádrži ustálena na 1,70 m pod maximální hladinou zásobního prostoru, což představuje zvýšení volného prostoru o 2,2 mil. m<sup>3</sup>. Maximální přítok 66 m<sup>3</sup>/s ( $Q_{10-20}$ ) byl nádrží snížen na 25 m<sup>3</sup>/s ( $Q_2$ ), což je maximální neškodný průtok stanovený v manipulačním řádu. V nádrži bylo zachyceno 2,32 mil. m<sup>3</sup> vody a při dosažené hladině chybělo do úrovně bezpečnostního přelivu 9 cm.

**VD Souš:** Nástup povodňových průtoků zastihl hladinu vody v Souši 2,64 m pod úrovní maximální hladiny zásobního prostoru. Hladina byla snížena pro zvýšení retenčního účinku z důvodu rekonstrukce spodních výpustí a tím snížení kapacity výpustných zařízení nádrže, ale také z důvodu odběru pro úpravnu vody v letním období minimálních přítoků, které povodni předcházelo. Snížením hladiny se zvýšil volný prostor v nádrži o 1,64 mil. m<sup>3</sup>. Přítok do nádrže byl při kulminaci 57 m<sup>3</sup>/s, což odpovídá Q<sub>50</sub>. Neškodný odtok z nádrže je přitom stanoven na 15 m<sup>3</sup>/s. Kvůli prováděné rekonstrukci spodních výpustí bylo s ohledem na předpokládaný vývoj počasí vypouštěno z nádrže jen 4,5 m<sup>3</sup>/s. V nádrži bylo zadrženo 2,31 mil. m<sup>3</sup> vody a hladina vody dosáhla úrovně 0,76 m pod bezpečnostním přelivem.

Tab. 16. Maximální vodní stavy a průtoky při povodni v roce 2002 ve vybraných profilech

Tok	Profil	Plocha povodí (km <sup>2</sup> )	Datum	Čas	Stav (cm)	Průtok (m <sup>3</sup> /s)	Doba opakování (roky)
Jizera	Jablonec n. J.	180,99	13.8.	18:00	377	202	10
Jizera	Dolní Sytová	321,4	13.8.	19:30	311	252	5 až 10
Kamenice	Plavy	179,76	13.8.	21:00	180	140	10
Jizera	Železný Brod	791,02	13.8.	22:00	457	433	10 až 20

Graf 4. Průběh vodních stavů na Jizeře při povodni 2002 (<http://www.pla.cz/>)



#### **8.3.4. Povodňové záchranné a zabezpečovací práce**

Zatopené sklepy, poškozené komunikace, lávky a mosty a zátarasy v korytech vodních toků bylo nutné sanovat (Jizera, Bílá Desná, Desná, Kamenice). V některých obcích (Horní Tanvald, Kořenov, Železný Brod, Josefův Důl, Plavy, Desná) se prováděla výstavba protipovodňových hrází z pytlů naplněných pískem a přípravná opatření pro případ nucené evakuace lidí. Preventivní evakuace proběhla v Železném Brodě (120 osob) a došlo k uzavírání některých silnic (okres Semily).

Malá experimentální povodí v Jizerských horách: bilanční posouzení srážek a odtoku ukázalo značné rozdíly ve velikosti koeficientu odtoku na jednotlivých povodích. Z vyhodnocení bilance srážek a odtoku plyne, že bude nutno věnovat velkou pozornost posouzení odhadu velikostí kulminačních průtoků a v dalším výzkumu na experimentálních povodích se více soustředit na krátkodobou i dlouhodobou retenční schopnost půdy.

## **8.4. Povodeň v srpnu 2006**

### **8.4.1. Úvod**

V roce 2006 se v povodí Jizery vyskytly hned dvě zajímavé hydrologické situace, a to v březnu (jarní typ) a srpnu (letní typ). Větší rozsah měla srpnová povodňová vlna, jejíž analýza je převzata ze souhrnné zprávy o povodni v březnu 2006 (<http://www.pla.cz/>).

Na základě předpovědí počasí a výstrahy ČHMÚ byly během noci z 6. na 7. 8. očekávány na našem území dešťové srážky 5 až 20 mm, na horách 20 - 50 mm. Srážková činnost byla ovšem mnohem intenzivnější, zejména 7. a 8. srpna. Již 6. srpna během večerních hodin docházelo k rychlým vzestupům vodních hladin na tocích pramenících v oblasti Jizerských hor a Krkonoš.

### **8.4.2. Meteorologická situace**

Počasí ve dnech 3. - 10. 8. ovlivňovala tlaková níže, která zvolna postupovala z oblasti Severního moře jihovýchodním směrem přes Polsko na Ukrajinu. Po zadní straně této níže k nám proudil chladný a vlhký vzduch ze severozápadu.

Během 3. 8. od jihozápadu přibývalo oblačnosti na oblačno až zataženo, místy s občasným deštěm nebo přeháňkami. Od pátku 4. 8. do pondělí 8. 8. bylo převážně zataženo, téměř na celém území s přeháňkami nebo s místy vydatným a trvalým deštěm.

Denní maxima teplot se pohybovaly v rozmezí 16 - 20 °C, na horách kolem 12 °C. Vydatné srážky se vyskytly zejména od nedělních odpoledních hodin do pondělního rána, kdy tlaková níže měla svůj střed nad jižní částí Polska. Na většině území byly zaznamenány srážkové úhrny 15 - 30 mm, v Krkonoších a v Jizerských horách pak 50 – 90 mm. Mimořádně intenzivní srážky byly zejména na hraničním hřebeni Krkonoš (Labská bouda- 112,9 mm).

Vydatný déšť pokračoval i v průběhu pondělí 7. 8. a teprve během noci z pondělí na úterý srážky od západu postupně slábly. Srážkové úhrny přes 100 mm byly naměřeny opět v Krkonoších a v Jizerských horách (Souš - 116,6 mm).

Tab. 17. Denní úhrny srážek ve vybraných profilech při povodni 2006

Stanice	4.8.	5.8.	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	Celkem
VD Josefův Důl	10,1	16,3	24,3	81,9	73,4	0,3	206,3
VD Souš	14,4	14,5	20,7	89	166,6	0,8	256

#### 8.4.3. Hydrologická situace

Průběh povodňové situace na Jizeře byl ovlivněn velmi vysokými srážkami v nejvyšších polohách Krkonoš a Jizerských hor, kde za období od 4. do 10. 8. spadlo celkem na Labské boudě 406 mm, v Josefůvě Dole 206 mm a na Souši 256 mm. Povodňový průtok měl v horním úseku toku Jizery dobu opakování kolem  $Q_{20}$ . Průtok Jizery v profilu Železný Brod se zastavil na hodnotě 395 m<sup>3</sup>/s v noci ze 7. na 8. 8.

**Dílčí povodí Kamenice:** Na přítoku do nádrže Josefův důl dosáhl průtok hodnoty mezi  $Q_5$  a  $Q_{10}$ , na odtoku z nádrže to bylo pouze  $Q_1$ . Vlivem odtoku z mezipovodí se však průtok v měrném profilu v Plavech zvýšil na hodnotu  $Q_5$ . Průtok v profilu Plavy kulminoval na hodnotě 132 m<sup>3</sup>/s v podvečer 7. 8.

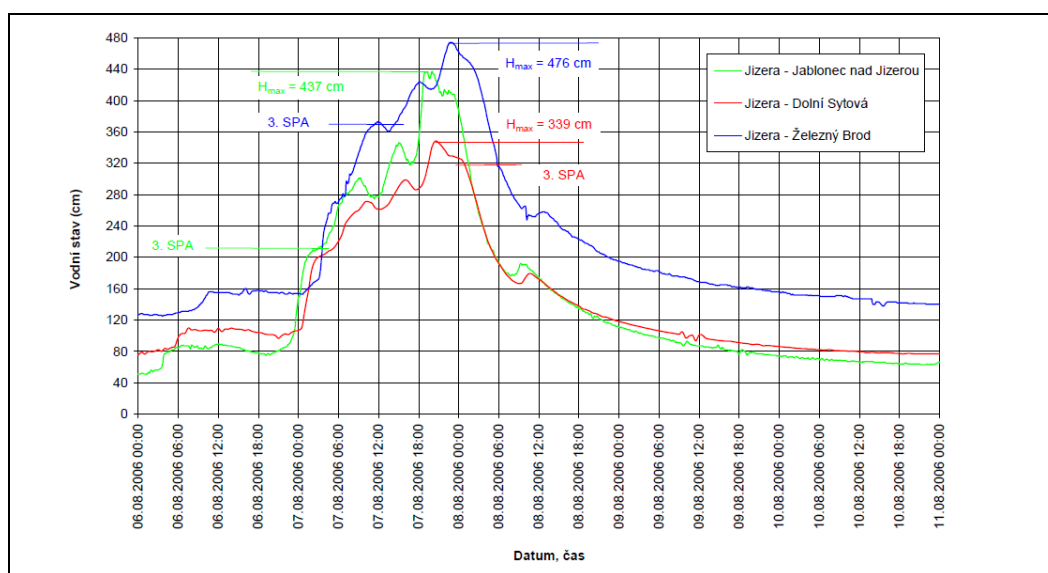
**VD Josefův Důl:** V době zasažení povodí nádrže srážkovou činností, byla hladina vody v nádrži 1,20 m pod maximální hladinou zásobního prostoru, tj. na kótě 730,80 m n. m. Maximální přítok 43 m<sup>3</sup>/s byl nádrží snížen na 19 m<sup>3</sup>/s na odtoku a neškodný odtok, který je 25 m<sup>3</sup>/s, tak tedy nebyl překročen. V nádrži bylo zachyceno 1,73 mil. m<sup>3</sup> vody a hladina vystoupala 14 cm nad maximální hladinu zásobního prostoru, tj. 6 cm pod bezpečnostní přeliv.

**VD Souš:** Před nástupem povodňových průtoků byla hladina vody v nádrži na kótě 765,90 m n. m., tj. 0,55 m pod maximální hladinou zásobního prostoru. Přítok do nádrže kulminoval na hodnotě 45 m<sup>3</sup>/s, což odpovídá  $Q_{10}$ . Na odtoku byl však po celou dobu udržován neškodný odtok, jehož hodnota je 15 m<sup>3</sup>/s ( $Q_1$ ). V nádrži bylo zachyceno 1,30 mil. m<sup>3</sup> vody, když hladina vody v nádrži dosáhla 1,31 m nad maximální hladinu zásobního prostoru, což je 1,89 m pod bezpečnostním přelivem.

Tab. 18. Maximální vodní stavy a průtoky při povodni v roce 2006 ve vybraných profilech

Tok	Profil	Plocha povodí (km <sup>2</sup> )	Datum	Čas	Stav (cm)	Průtok (m <sup>3</sup> /s)	Doba opakování (roky)
Jizera	Jablonec n. Jiz.	180,99	7.8.	20:10	437	245	20
Jizerka	Dolní Štěpánice	44,86	7.8.	13:30	153	12,3	1
Jizera	Dolní Sytová	321,4	7.8.	21:30	339	280	10
Černá Desná	Souš		7.8.	23:00	134	15	1
Kamenice	Plavy	179,76	7.8.	19:00	145	135	5
Jizera	Železný Brod	791,02	7.8.	23:40	476	395	10

Graf 5. Průběh vodních stavů na Jizeře při povodni 2006 (<http://www.pla.cz/>)



#### 8.4.4. Povodňové záchranné a zabezpečovací práce

Na většině vodních toků byly dosaženy průtoky s dobou opakování  $Q_{5-10}$ , místy  $Q_{10-20}$ . K dosažení průtoků o vyšší N-letosti došlo jen na Jizeře v Jablonci nad Jizerou. Během povodně docházelo k vyběžení vody z koryt vodních toků, zaplaveny byly zemědělské pozemky, hospodářské budovy a sklepy. Došlo k zaplavení obytných částí nemovitostí (v nevýznamném množství).

Průběh povodňového stavu na Jizeře byl ovlivněn vysokými úhrny srážek v nejvyšších polohách Krkonoš a Jizerských hor, což podobně jako na horním Labi nebo Úpě způsobovalo destrukci úprav vodních toků na Mumlavě, Desné, Kamenici a horní Jizeře.

*Obr. 15. Zvýšená hladina Jizery v Železném Brodě dne 7. 8. 2006 (foto vlastní)*





## 8.5. Shrnutí povodní

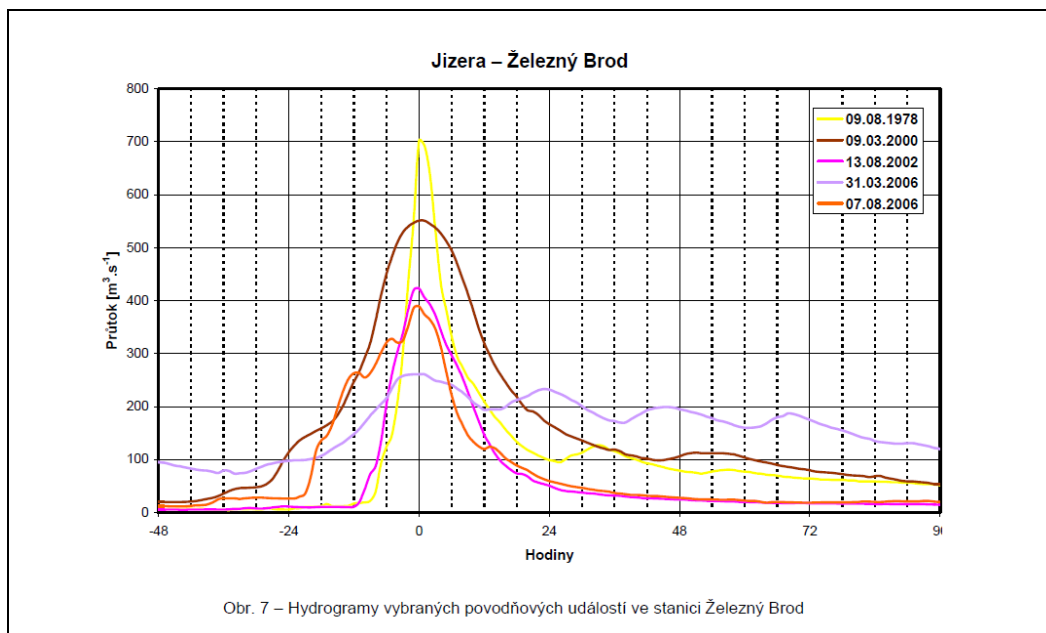
Celkově lze za nejvýznamnější novodobá data, kdy se v povodí Jizery vyskytly povodně, označit 9. 8. 1978 a 9. 3. 2000. Velká voda ze dne 29. 7. 1897 a zejména rekordní naměřené srážky patří k nejvýraznějším momentům 19. století. Nedávné velmi vysoké vodní stavy se datují k letům 2002 a 2006.

Přestože jedna z největších povodní na Jizeře byla v březnu, další významné povodně v oblasti se udály v závislosti na vysokých krátkodobých srážkových úhrnech během letních měsíců, a to většinou srpnu. I z tohoto důvodů je možné považovat březen 2000 za ojedinělý.

Každá povodeň měla různý průběh v různých částech povodí i úsecích jednotlivých toků. U vyšších poloh jsou větším problémem povodně letní, do nižších poloh se zvyšuje význam jarních povodní. Vždy záleží na konkrétních meteorologických a dalších jevech.

*Graf 6. Srovnání rozložení průtoku největších povodní v Železném Brodě*

(<http://www.pla.cz/>)



V Železném Brodě bylo nejvyššího změřeného stavu dosaženo 9. 8. 1978. Objem povodňové vlny byl ale mnohem větší v březnu 2000, a tím pádem trvala povodeň déle.

## **9. PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ**

Tato kapitola pojednává o hlavních cílech ochrany před povodněmi a o navrhovaných i již provedených opatřeních v Povodí Labe se zaměřením na povodí horní Jizery. Kapitola je čerpána z dokumentu, který poskytuje Plán oblasti povodí horního a středního Labe (2009), (<http://www.pla.cz/planet/projects/planovani/v/>), pokud není uvedeno jinak.

### **9.1. Ochrana území před povodněmi**

Úpravy vodních toků a výstavba retenčních nádrží s cílem ochránit sídla a zemědělské pozemky v nivách řek byly provedeny především jako reakce na povodně v posledním desetiletí 19. století. Katastrofální povodeň v roce 1897 v Jizerských horách vyvolala nezbytnost ochrany zalidněných územních celků s průmyslovými oblastmi. V letech 1910 až 1918 byly vystavěny dvě hráze na levostranných přítocích Kamenice-Bílé Desné (protržené v roce 1916) a Černé Desné (Souš). V dalších letech se prováděly většinou úpravy koryt toků- nejprve pro ochranu zastavěných území a později i k ochraně zemědělsky využívané půdy.

Zvýšený zájem o ochranu zastavěných území před povodněmi je v České republice věnován až v posledním desetiletí, což vyvolaly především katastrofální povodně v červenci 1997 a v srpnu 2002. V současné době je v centru pozornosti posílení prevence před povodněmi realizací efektivních protipovodňových opatření vedoucích ke snížení povodňových rizik pro obyvatele a jejich majetek.

### **9.2. Cíle ochrany**

Prognóza a hodnocení nebezpečí výskytu povodní a s ním spojených škod je jedním z hlavních úkolů protipovodňové ochrany. Mapy povodňového nebezpečí a mapy povodňových rizik dokončí členské státy do 22. prosince 2015.

V této kapitole jsou stanoveny cíle, které mají být dosaženy v oblasti zvýšení ochrany před povodněmi a zlepšení vodního režimu krajiny.

### 9.2.1. Prevence před povodněmi

Zásadním dokumentem, který formuluje rámec konkrétních postupů a preventivních opatření ke zvýšení systémové protipovodňové ochrany, je Strategie ochrany před povodněmi, která konstatuje, že povodně jsou přírodní fenomén, kterému není možné zabránit. Povodně představují pro Českou republiku největší přímé nebezpečí v rámci přírodních katastrof.

Absolutní ochrana proti povodním neexistuje. Cílem protipovodňových opatření může být tedy pouze minimalizace důsledků povodní, především zamezení ztrát na lidských životech. Souhrnné cíle ochrany před povodněmi vytyčuje Plán hlavních povodí ČR (legislativní a ekonomické nástroje, povodňové plány, atd.).

Prioritou v oblasti protipovodňové ochrany je tedy naplňování zásad vedoucích ke zvýšení retenční kapacity povodí. Jedná se však o dlouhodobou záležitost, které je věnována pozornost v koncepčních materiálech jednotlivých oddělení v rámci trvale udržitelného rozvoje. Realizace Strategie je naplňována pomocí programů pověřených resortů. Jsou to zejména tyto programy:

**Program MZe 229 060 Podpora prevence před povodněmi**, který probíhal v letech 2002 – 2006, jehož cílem bylo zvýšení protipovodňové ochrany v nejohroženějších místech u nás, tedy i povodí Jizery. Program byl tvořen pěti podprogramy: Výstavba a obnova poldrů, nádrží a hráz; Zvyšování průtočné kapacity koryt vodních toků; Stanovování záplavových území; Studie odtokových poměrů; Vymezení rozsahu území ohrožených zvláštními povodněmi.

**Program MZe 129 120 Podpora prevence před povodněmi II:** Podpora protipovodňových opatření s retencí; Podpora protipovodňových opatření podél vodních toků; Podpora zvyšování bezpečnosti vodních děl; Podpora vymezení záplavových území a studií odtokových poměrů.

Další dva programy, které souvisí s ochranou proti povodním, jsou Program MZe Podpora obnovy, odbahnění a rekonstrukce rybníků a výstavby vodních nádrží a Program MZe Podpora zvyšování funkčnosti vodních děl.

**Operační program Životní prostředí (OPŽP)**, vypracován MŽP, má osm prioritních os, z nichž jsou pro vodohospodářství významné především dva: Zlepšování vodohospodářské infrastruktury a snižování rizika povodní; Zlepšování stavu přírody

a krajiny s cílem zastavení poklesu biodiverzity a zvýšení ekologické stability krajiny a jejího významu jako součásti kulturního dědictví a prostoru pro kvalitní život člověka.

**Program rozvoje venkova Ministerstva zemědělství** má 4 osy, z nichž problematiky plánování v oblasti vod se přímo dotýká osa II- Zlepšování životního prostředí a krajiny.

Poslední program, který zmiňme, je **Program péče o krajinu zahrnující Ochranu krajiny proti erozi**- výsadba liniových porostů a soliterních dřevin, zakládání vsakovacích pásů a ochranných liniových travních porostů v okolí výsadeb nebo pro účely ochrany vodního toku (infiltrační pásy), realizování ÚSES atd.

Tab. 19. Města, na která se v oblasti vztahuje cílová ochrana zastavěných území

Město	Řeka	Současný stupeň ochrany	Plánovaný stupeň ochrany
<i>Desná</i>	Černá Desná	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>
<i>Košťálov</i>	Oleška		Q <sub>20</sub>
<i>Nová paka</i>	Rokytky		Q <sub>50</sub>
<i>Jablonec n. Jiz.</i>	Jizera	Q <sub>5</sub>	Q <sub>20</sub>
<i>Jiřetín p. Bukovou</i>	Kamenice		Q <sub>50</sub>
<i>Semily</i>	Jizera	Q <sub>5</sub>	Q <sub>50</sub>
<i>Stará Paka</i>	Oleška	Q <sub>5</sub>	Q <sub>20</sub>
	Rokytky	Q <sub>5</sub>	Q <sub>50</sub>
<i>Železný Brod</i>	Jizera	Q <sub>1</sub>	Q <sub>50</sub>
	Žernovník	Q <sub>1</sub>	Q <sub>20</sub>

Realizovanou akcí bylo v roce 2006 zvýšení ochranné funkce nádrže Josefův Důl na Kamenici z Q<sub>2</sub> na Q<sub>5</sub> v rámci Programu 229 060.

### 9.2.2. Cíle pro zlepšování stavu vodního režimu krajiny

Tyto cíle by měly být dosaženy do roku 2015. Jsou směřovány k takovým činitelům ovlivňujícím odtokové poměry, které je možno změnit (obnova krajinné zeleně, obnova retenčních prostor a přirozených rozlivů do znovuotevřených nivních prostor, obnova přirozené hydromorfologie vodních ekosystémů atd.).

Prostředkem pro příznivou změnu jednotlivých faktorů ovlivňujících odtokové poměry jsou především komplexní pozemkové úpravy, jejichž realizací dochází ke změně způsobu využívání ploch a jejich obhospodařování a převod dřevitých monokultur na smíšené porosty (přirozená skladba). V oblasti povodí středního Labe byly komplexní pozemkové úpravy již provedeny nebo v roce 2008 zahájeny.

Řádně provedené komplexní pozemkové úpravy přispívají především k vyrovnaní denních průtoků a snížení kulminačních průtoků z krátkodobých přívalových srážek o velké intenzitě. Velký význam mají tato opatření pro snížení plošné eroze, jejímž důsledkem je zanášení koryt se snižováním jejich kapacity nebo ztráta zemědělské půdy.

Mezi další způsoby zlepšování vodního režimu krajiny patří revitalizace koryt vodních toků a niv, jejichž cílem je obnovení členitosti vodního prostředí a jeho schopnosti zpomalovat odtok, vytváření suchých vodních nádrží (poldrů), jejichž nejpodstatnější funkcí je krátkodobé zadržení vody v krajině, transformace povodňových vln a také omezení množství splavenin a plavenin, které se usazují v nádržích.

### **9.3. Opatření na ochranu území před extrémními vodními stavy**

Splnění stanovených cílů ochrany před povodněmi a pro zlepšování vodního režimu krajiny je možné prostřednictvím příslušných opatření, které směřují pokud možno konkrétně do jednotlivých problémů. Základní strategie sestává ze tří oblastí: zvýšení přirozené retence povodí, technická protipovodňová ochrana a prevence před povodněmi. Konkrétní navrhovaná opatření jsou výsledkem optimalizace více variant řešení-kombinací přírodně blízkých opatření a technických opatření.

#### **9.3.1. Kapacity koryt vodních toků**

Kapacita koryta toku je charakterizována n-letostí průtoku, který ještě nevybřežuje. Přirozená kapacita koryta toku se většinou pohybuje kolem  $Q_1$ , což je pro zastavěná území nedostačující. Zvětšování průtočného profilu vodního toku se tedy stalo nejpříjemnější cestou k dosažení určitého stupně ochrany přilehlé zástavby, v centrech větších měst potom hlavně násilnými úpravami koryta do obdélníkového profilu s nábrežními zdmi.

Žádoucími efekty revitalizace koryt je zvětšení biologicky aktivního povrchu koryta a posílení jeho stability, zpomalení proudění, a tím zvětšení aktuální zásoby vody v korytě,

posílení členitosti koryta z hlediska oživení, nahrazení degradovaných povrchů biologicky a krajinářsky hodnotnějšími. Toto se týká úseků na většině řek v povodí.

Z aktuálních navrhovaných opatření se ke zkoumanému území vztahuje jedno opatření- úprava toku Příchovického potoka v Desné. Problémem jsou dvě retenční překážky.

### **9.3.2. Záplavová území**

Záplavová území jsou administrativně vymezená území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zatopena vodou. Návrh záplavových území se v souladu s vyhláškou č. 238/2002 Sb. zpracovává s periodicitou 5, 20 a 100 let.

Stanovená záplavová území pro oblast jsou na Bílé Desné od Tanvaldu po Desnou, na Kamenici po Josefův Důl a na Jizeře po Mumlavu (72. - 143. km). Záplavová území navrhovaná ke stanovení jsou na Olešce (do 24. říčního km).

## **9.4. Preventivní opatření**

Zahrnují **Opatření na ochranu před povodněmi v ploše povodí**, které tvoří především ochrana a organizace povodí a úpravy v krajině s vytvářením zasakovacích pásů, remízků, s uspořádáním cestní sítě, terénních depresí, změny kultur v povodí, apod. Hlavním nástrojem v tom směru jsou především komplexní pozemkové úpravy (KPÚ).

Vodní útvary k posouzení z hlediska možnosti zahájení KPÚ zahrnují Jizeru po soutok s Oleškou, Olešku po ústí do Jizery, Jizeru po soutok s Kamenicí, Kamenici po soutok s Jedlovou, Jedlovou po ústí do Kamenice, Kamenici po ústí do Jizery.

Dále bude třeba zmapovat možnost obnovy mokřadů na odvodněných pozemcích a možnost návratu k přirozeným hydrologickým poměrům na rašeliništích. Ze stávajících možností by měla být upřednostňována hlavně opatření blízká přírodě.

**Povodňové plány** obsahují způsob zajištění včasných a spolehlivých informací o vývoji povodně, možnosti ovlivnění odtokového režimu, organizaci a přípravu zabezpečovacích prací. Dále zahrnují způsob zajištění včasné aktivizace povodňových orgánů, zabezpečení hlásné a hlídkové služby a ochrany objektů, přípravy a organizace záchranných prací a zajištění elementárních funkcí území a objektů, které byly povodní postiženy.

Povodňový portál Libereckého kraje (<http://maps.kraj-lbc.cz/mapserv/dpp/>) říká, že Povodňový plán Libereckého kraje je základním dokumentem pro řízení povodňové ochrany v kraji. Obsahuje podrobné rozdělení úkolů a činností při provádění opatření k ochraně před povodněmi na úrovních krajských orgánů státní správy a organizací s celostátní, krajskou nebo významnou regionální působností. Povodňový plán podléhá přezkoumání v každém roce a je podkladem pro rozhodování povodňové komise kraje pro případ povodní ohrožující větší územní celky, pokud nestačí síly a prostředky příslušných povodňových komisí obcí s rozšířenou působností (ORP) nebo je potřebná koordinace jejich činností. Konkrétní povodňové plány zpracovávají jednotlivé obce, které patří mezi ohrožené povodněmi (svůj povodňový plán mají například Semily).

**Předpovědní a hlásná povodňová služba** je v oblasti povodí Horního a středního Labe zabezpečována předpovědní službou ČHMÚ, pobočkou Praha pro povodí Jizery. Základní podmínkou funkce monitorovacího systému je dostatečně hustá síť měřících stanic automaticky monitorujících vydatnost a intenzitu srážek a vývoj průtoků v korytech vodních toků.

Primární zásadou při vytváření územních plánů by mělo být vymezení inundačních území všech vodních toků jako územních limitů a obezřetná volba jejich dalšího využití. Zastavování pozemků v záplavovém území je možné tolerovat pouze ve zcela výjimečných případech.

## **9.5. Technická opatření**

Jde o realizace protipovodňových opatření s retencí- poldry a retenční nádrže, protipovodňová opatření podél vodních toků, zvyšování bezpečnosti vodních děl a stabilizace koryt drobných vodních toků. Povodí horní Jizery nepatří mezi tři prioritní oblasti Povodí Labe.

Navrhovaná protipovodňová akce se týká Žernovníku na říčním km 1,275 - 4,620 ve městě Železný Brod a jedná se o opravy toků + spádové objekty. Navrhovatelem jsou Lesy ČR. Navržená opatření na zvýšení bezpečnosti vodních děl jsou pro VD Souš- sanace obezdívky štol z Bílé Desné, a VD Josefův Důl- sanace AB pláště.

### **9.5.1. Pevné konstrukce a mobilní hrazení**

Zvýšení kapacity koryt vodních toků lze uskutečnit ohrazováním pevnými konstrukcemi (zemní hráze, betonové zídky) nebo mobilním hrazením. Opatření je uvažováno hlavně u významných toků. Z důležitých akcí lze uvést protipovodňová opatření na Jizeře (Mnichovo Hradiště a Benátky nad Jizerou). Území je ovšem již mimo horní tok. Zkapacitnění koryt je navrhováno u drobných vodních toků, v intravilánech obcí, a jeho dopady na odtokový režim v příslušném dílčí povodí jsou nezaznamenatelné.

### **9.5.2. Hrazení bystřin**

Jednu z kategorií programu opatření představuje hrazení bystřin, které je navrhováno na horních úsecích vodních toků, a to v zalesněném území. Jde o soustavu stavebních a lesnických opatření vedoucích ke stabilizování koryt bystřin a území v jejich okolí. Významným přínosem hrazení bystřin je omezení odosu hrubých splavenin, dřeva a jiného materiálu připlaveného z výše položených povodí.

Přínosem hrazení bystřin je dále omezení znečištění vody, která při povodních není kontaktována s vybavením domácností, odkud jsou vyplavovány předměty, které na menších vodních tocích mohou způsobit ucpání profilů mostků. Nebezpečí spočívá i v biologicky rozložitelných látkách a materiálech charakteru nebezpečného odpadu.

Všechna navrhovaná opatření byla souhrnně posouzena na úrovni dílčích povodí v rámci přípravných prací a na základě výsledků je možné konstatovat, že jejich realizací nedojde k významnému ovlivnění odtokových poměrů v řešené oblasti. Dopad navržených protipovodňových opatření na stav vod a vodních útvarů je také zanedbatelný. Návrh technického opatření je pouze pro město Železný Brod.

## **9.6. Ohrožené oblasti**

Místa v povodí s nedostatečnou ochranou před povodněmi jsou: Desná, Košťálov, Semily, Stará paka, Železný Brod, Jablonec nad Jizerou, Jiřetím pod Bukovou.

V roce 2006 byla provedena analýza stavu protipovodňových opatření v obcích Libereckého kraje. Atlas životního prostředí Libereckého kraje (2008) data vizualizuje. Byly vytipovány ohrožené oblasti, návrh řešení a hrubá ekonomická rozvaha. Součástí



studie bylo vyhodnocení počtu osob v obci přímo ohrožených povodní, počtu osob, které bude nutné evakuovat a počtu a počtu nemovitostí přímo ohrožených povodní.

V území se nacházejí čtyři města s počtem osob ohrožených povodní vyšším než 200. Jde o Josefův Důl na Kamenici, Desnou na soutoku Kamenice a Desné, Benecko na Jizerce a Jablonec nad Jizerou na Jizeře. 101 až 200 ohrožených osob připadá na města Libštát na Olešce a Jilemnici na Jilemce. Ostatní obce se pohybují na hodnotách menších než sto. Semily a Železný Brod patří mezi nejméně ohrožená města (50 a méně osob).

Nutně evakuovatelných osob v jednotlivých městech je již méně, jen Josefův Důl a Benecko si zachovávají hranici do pěti set. Desná spolu se Železným Brodem se v této kategorii pohybují na hodnotách mezi 101 - 200 evakuací. Pro ostatní obce se počítá maximálně se stem evakuací. Více než sto ohrožených nemovitostí má město Jablonec nad Jizerou. Následují Železný Brod a Benecko s padesáti až jedním stem objektů v ohrožení.

## 10. ZÁVĚR

Většina studií zaměřujících se na povodňě pracuje dopodrobna s územím v rámci jedné konkrétní problematiky nebo popisuje poměrně velká území. V povodí horní Jizery tomu není jinak a úplná povodňová charakteristika zde chybí. Cílem této bakalářské práce tudíž bylo komplexní zmapování daného území jako dílčího povodí, zahrnout přitom všechny důležité složky od geomorfologických poměrů a hydrometeorologie po protipovodňová opatření a vhodně je poskládat. Hlavní důraz byl kladen na přírodní podmínky.

Území se rozkládá na poměrně velké ploše a zasahuje do několika charakterově odlišných celků. Jejich velikost ovšem není přímo úměrná významu, a to je jedním ze zásadních bodů, ze kterých práce vychází. Ať již popis využití země v povodí, či srážkové poměry, vše naznačuje, že rozhodujícím celkem, který „určuje směr“ povodňových poměrů tohoto povodí, jsou Jizerské hory.

Část zabývající se zmíněným využití země v povodí je založena na analýze provedené v geografickém programu ERSI ArcGIS, jehož užití bylo nedílnou součástí celé práce. Výstup je významný především proto, že podobná mozaika krajiny, vytvořená na základě daných prvků, pro danou oblast neexistovala. To samé platí pro související vyjádření poměrů těchto ploch a jejich lokalizaci.

Za nejhodnotnější součást práce je možné považovat kapitoly, které pracují s daty Českého hydrometeorologického ústavu, které nejsou veřejně dostupné. Jedná se o analýzu chodu srážek a analýzu odtokových poměrů. Podle jednotlivých stanic, pro které byla data získána, je zhodnocena roční periodicitu srážkových úhrnů a průtoků na některých tocích. Především srážky velmi dobře vystihují výjimečnost polohy povodí.

Historie s sebou přinesla již několik povodní, které horní Jizeru výrazně poznamenaly. Nejobsáhlejší část bakalářské práce pojednává právě o těchto událostech, snaží se je chronologicky uspořádat, vystihnout jejich důležitost a navzájem je srovnat. Pomyslnými „vítězi“ jsou v tomto směru léta 1897, 1978 a 2000. Všechna totiž byla z hlediska hydrometeorologie něčím ojedinělá, a právě na to se snaží práce upozornit.

Závěrem poznamenejme, že bude zejména v některých částech povodí potřeba věnovat pozornost protipovodňové ochraně a udržení vodního režimu krajiny. V každém případě povodně jsou a budou přirozenou součástí vodního režimu řek.

## 11. SEZNAM LITERATURY A ZDROJŮ

### Odborná literatura:

- BUCHTELE, J., BUCHTELOVÁ, M., FOŘTOVÁ, M. *Kolísání a tendence v režimu odtoků povodí českého Labe*. In: Vodní hospodářství, Roč. 58, č. 7 (2008), s. 251-255.
- CÍSLEROVÁ, M. *Preferenční proudění ve vadózní zóně kambizemí*. In: HYDROLOGIE MALÉHO POVODÍ 2005. Praha : Ústav pro hydrodynamiku AVČR, 2005, s. 23-30.
- DEMEK, Jaromír, a kolektiv. *Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny*. Brno : Academia, 1987. 584 s.
- KELLER, R. *Water balance of German federal republic*. Symp. On world water balance, IAHS/UNESCO Publ. No. 92. 1970.
- KOŠKOVÁ, I., MODRÝ, M., ŠMÍDA, J. *Atlas životního prostředí Libereckého kraje*. Liberec : [s.n.], 2008. 44 s.
- LEHOTSKÝ M., GREŠKOVÁ A. *Hydromorfologický slovník*. SHMÚ, Bratislava, 2004. 77 s.
- LHOTSKÝ, O. *Vodní režim a vodohospodářský význam Jizerských hor*. Liberec : Severočeské museum, 1963. 30 s.
- NETOPIL, R., BRÁZDIL R., DEMEK, J., PROŠEK P. *Fyzická geografie I*. Praha : SPN Praha, 1984. 272 s.
- QUITT, E. *Klimatické oblasti Československa*. Studia Geographica 16. Brno : Academia, geografický ústav ČSAV, 1971. 73 s.
- ŠTEKL, J., BRÁZDIL, R., KAKOS, V., JEŽ, J., TOLASZ, R., SOKOL, Z. *Extrémní denní srážkové úhrny na území ČR v období 1879-2000 a jejich synoptické příčiny*. Vyd. 1. Praha : Národní klimatický program ČR, 2001. 140 s.
- UNUCKA, J. *Modelování vlivu lesa na srážkoodtokové vztahy a vodní erozi s pomocí GIS*. Ostrava : GIS Ostrava, 2008. 260 s.

- ŽÁK, L., a kolektiv. *Jizerskohorské přehrady a katastrofa na Bílé Desné*. Liberec : KNIHY 555, 2006. 156 s.
- STN 75 0110 Vodné hospodárstvo, Hydrológia, Terminológia, 2002

#### Internetové zdroje:

- *Czech Hydrometeorological Institute* [online]. 1997 [cit. 2011-04-09]. CHMU - hydrologie. Dostupné z WWW: <[http://old.chmi.cz/hydro/hyd\\_main.html](http://old.chmi.cz/hydro/hyd_main.html)>.
- *Hlásná a předpovědní povodňová služba* [online]. 1997 [cit. 2011-04-09]. Aktuální informace. Dostupné z WWW: <<http://hydro.chmi.cz/hpps/index.php>>.
- *Jizerské hory* [online]. 1997 [cit. 2011-04-09]. Protržená přehrada na Bílé Desné. Dostupné z WWW: <<http://www.jizerky.eu/index.php>>.
- *Lesy ČR* [online]. 2004 [cit. 2011-04-09]. Lesnické hospodaření v Jizerských horách. Dostupné z WWW: <[http://www.lesy.cz/cs/download/gs-souhrny/jizerske\\_hory.pdf](http://www.lesy.cz/cs/download/gs-souhrny/jizerske_hory.pdf)>.
- *Národní geoportál INSPIRE* [online]. 2011 [cit. 2011-04-14]. Mapy. Dostupné z WWW: <<http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>>.
- *Plán oblasti povodí Horního a středního Labe* [online]. 2009 [cit. 2011-04-09]. Ochrana před povodněmi. Dostupné z WWW: <<http://www.pla.cz/planet/projects/planovani/v/>>.
- *Portál ČHMÚ* [online]. 1997 [cit. 2011-04-09]. Historická data. Dostupné z WWW: <<http://portal.chmi.cz/portal/dt>>.
- *Povodí Labe* [online]. 2008 [cit. 2011-04-09]. Aplikace GISyPoNET. Dostupné z WWW: <<http://www.pla.cz/gis/>>.
- *Povodí Labe* [online]. 2009 [cit. 2011-04-09]. Povodňové zprávy. Dostupné z WWW: <[http://www.pla.cz/planet/webportal/internet/cs/obsah/povodnove-zpravy\\_502.html](http://www.pla.cz/planet/webportal/internet/cs/obsah/povodnove-zpravy_502.html)>.
- *Povodňový plán ČR* [online]. 2006 [cit. 2011-04-09]. Povodňová charakteristika území ČR. Dostupné z WWW: <[http://www.dppcr.cz/html\\_pub/](http://www.dppcr.cz/html_pub/)>.

- *Povodňový portál Libereckého kraje* [online]. 2009 [cit. 2011-04-09]. Charaktersitika území. Dostupné z WWW: <<http://maps.kraj-lbc.cz/mapserv/dpp/>>.
- *Státní správa* [online]. 2000 [cit. 2011-04-14]. Liberecký kraj. Dostupné z WWW: <<http://www.statnisprava.cz/rstsp/ciselniky.nsf/i/CZ051>>.
- *VÚV T.G.M.* [online]. 2007 [cit. 2011-04-09]. Struktura DIBAVOD. Dostupné z WWW: <<http://www.dibavod.cz/index.php?id=27>>.
- *VÚV T.G.M.* [online]. 2007 [cit. 2011-04-09]. Charakteristiky toků a povodí ČR. Dostupné z WWW: <<http://www.dibavod.cz/index.php?id=24>>.

#### **Ostatní:**

- Český hydrometeorologický ústav, Praha
- Městský úřad Železný Brod